

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPÉRATION
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété
Intellectuelle
Bureau international



(43) Date de la publication internationale
21 mai 2004 (21.05.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale
WO 2004/041456 A1

(51) Classification internationale des brevets⁷ : B21B 13/00

(81) États désignés (national) : AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2003/003290

(22) Date de dépôt international :
4 novembre 2003 (04.11.2003)

(25) Langue de dépôt :

français

(26) Langue de publication :

français

(30) Données relatives à la priorité :

02/13843 5 novembre 2002 (05.11.2002) FR
03/08954 22 juillet 2003 (22.07.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : VAI
CLECIM [FR/FR]; 54, rue Sibert, F-42403 Saint Chamon (FR).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) : VA-
LENCE, Marc [FR/FR]; 14 Avenue Dubonnet, F-92400
Courbevoie (FR). ROSSIGNEUX, Bernard [FR/FR];
Lieudit Vidrieux/Lesigneux, F-42600 Montbrison (FR).

(74) Mandataires : LE BRUSQUE, Maurice etc.; Cabinet
Harle et Phelip, 7 rue de Madrid, F-75008 Paris (FR).

(84) États désignés (régional) : brevet ARIPO (BW, GH, GM,
KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), brevet
eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK,
TR), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Déclaration en vertu de la règle 4.17 :

— relative à la qualité d'inventeur (règle 4.17.iv)) pour US
seulement

Publiée :

— avec rapport de recherche internationale
— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des
revendications, sera republiée si des modifications sont re-
çues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abrévia-
tions, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et
abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de
la Gazette du PCT.

(54) Title: METHOD FOR INCREASING THE RANGE OF PRODUCTION OF A METAL PRODUCT ROLLING INSTALLATION AND INSTALLATION THEREFOR

(54) Titre : PROCEDE POUR ELARGIR LA GAMME DE PRODUCTION D'UNE INSTALLATION DE LAMINAGE DE PRO-
DUITS METALLIQUES ET INSTALLATION POUR LA MISE EN ŒUVRE DU PROCEDE

(57) Abstract: The invention concerns a method for increasing the range of production of a metal strip cold-rolling installation, comprising at least two roll housings (L1, L2) in tandem operation. The invention is characterized in that it consists in equipping at least one of the roll housings (L1) with transforming means enabling the cage configuration to be modified, while maintaining the same means (15, 16, 3, 3') for applying the rolling force, so as to have at least two available configurations corresponding each to a range of production, and in selecting the configuration of said transformable rolling cage (11) based on the characteristics of the product to be rolled (M), the range of production being thus increased.

(57) Abrégé : L'invention a pour objet un procédé pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage à froid d'une bande métallique, comprenant au moins deux cages de laminage (L1, L2) fonctionnant en tandem. Selon l'invention, on équipe au moins l'une (L1) des cages de laminage de moyens de transformation permettant de changer la configuration de la cage, en conservant les mêmes moyens (15, 16, 3, 3') d'application de l'effort de laminage, de façon à disposer d'au moins deux configurations correspondant chacune à une gamme de production, et l'on choisit la configuration de ladite cage transformable (11) en fonction des caractéristiques du produit à laminer (M), la gamme de production étant ainsi élargie.

WO 2004/041456 A1

Procédé pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage de produits métalliques et installation pour la mise en œuvre du procédé

L'invention a pour objet un procédé pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande et couvre également les installations munies de moyen de mise en œuvre du procédé afin d'élargir leur gamme de 5 production.

Le laminage à froid s'effectue, normalement, en plusieurs passes successives, soit dans deux sens opposés sur un train réversible, soit sur plusieurs cages de lamoir fonctionnant en tandem.

On sait que, dans un lamoir, le produit est entraîné entre deux 10 cylindres de travail dont l'écartement est inférieur à l'épaisseur brute du produit en amont. Il se produit un écoulement du métal qui est entraîné par frottement dans l'empoise entre les cylindres, jusqu'à une section de sortie dont l'épaisseur correspond sensiblement à l'écartement entre les cylindres de travail. Au cours de cette opération, la structure du métal 15 change et sa dureté augmente.

Au cours du laminage, les cylindres de travail ont tendance à s'écartier l'un de l'autre et l'entrefer entre les génératrices en regard doit donc être maintenu par application, entre les cylindres, d'un effort de serrage appelé souvent force ou effort de laminage. La force de 20 laminage à exercer pour obtenir un certain taux de réduction d'épaisseur dépend, en particulier, du diamètre des cylindres de travail qui détermine la longueur de la zone de réduction ainsi que des caractéristiques mécaniques et métallurgiques, telles que sa limite élastique, sa composition, par exemple, acier courant à bas carbone faiblement allié, 25 acier inoxydable, acier allié, etc...

D'une façon générale, un lamoir tandem à froid comporte une succession de cages disposées l'une à la suite de l'autre sur le trajet de la bande, afin d'assurer une réduction progressive de l'épaisseur de celle-ci.

30 Chaque cage de lamoir comporte, de façon classique, deux colonnes de support écartées et reliées par des traverses, entre lesquelles est monté un ensemble de cylindres superposés ayant des

axes parallèles et placés sensiblement dans un même plan de serrage sensiblement perpendiculaire à la direction de déplacement du produit.

On peut réaliser des laminoirs de différents types. D'une façon générale, dans un laminoir, le produit à laminer passe entre deux 5 cylindres de travail qui définissent le plan de laminage; ces cylindres sont en général de diamètre relativement réduit au regard des efforts auxquels ils sont soumis; ils prennent donc appui, respectivement, sur au moins deux cylindres de soutien entre lesquels est appliqué l'effort de laminage.

10 On sait que les cages de laminages utilisées dans l'industrie métallurgique peuvent présenter plusieurs types de configurations selon la nature du produit à traiter.

Les laminoirs les plus courants, en particulier pour les productions importantes, sont de type « quarto » comportant deux cylindres de travail 15 associés chacun à un cylindre de soutien de plus grand diamètre, ou de type « sexto », dans lesquels des cylindres intermédiaires sont interposés entre chaque cylindre de travail et le cylindre de soutien correspondant.

Cette disposition permet d'utiliser des cylindres de petit diamètre 20 qui peuvent être associés à des rouleaux d'appui latéraux, dans une configuration dite « Z.HIGH ».

D'autres configurations, comprenant un plus ou moins grand nombre de cylindres peuvent aussi être utilisées dans l'industrie, mais pour des productions moins importantes.

25 Les cylindres prennent appui les uns sur les autres le long de lignes d'appui sensiblement parallèles, et dirigées suivant une génératrice dont le profil, normalement rectiligne, dépend des efforts appliqués et de la résistance des cylindres. Généralement l'effort de serrage est appliqué par des vis ou des vérins interposés entre la cage et 30 les extrémités de l'arbre d'un cylindre de soutien, l'autre cylindre de soutien prenant appui par ces extrémités directement sur la cage, ou par l'intermédiaire d'un dispositif de calage ou de réglage de hauteur destiné à compenser les variations de diamètres de l'ensemble des cylindres qui s'usent progressivement. Les cylindres doivent donc pouvoir se déplacer 35 par rapport à la cage et, à cet effet, sont portés par des organes de

support rotatif appelés empoises, qui sont montés coulissants verticalement à l'intérieur de fenêtres ménagées dans les deux colonnes de la cage, et munies chacune de deux faces de guidage de l'empoise, parallèles au plan de serrage.

- 5 Comme les cylindres de soutien ont un grand diamètre, les faces de guidage correspondantes sont généralement ménagées directement sur les deux montants de la colonne correspondante de la cage. En revanche, les cylindres de travail ayant un diamètre plus faible, leurs empoises sont plus petites et les faces de guidage correspondantes, qui
- 10 sont plus resserrées, sont ménagées, généralement, sur deux pièces massives fixées sur les deux montants encadrant la fenêtre et s'étendant en saillie vers l'intérieur de celle-ci.

Les efforts de serrage sont appliqués, normalement, entre les deux extrémités des deux cylindres de soutien. Etant donné que le

- 15 produit laminé, de largeur variable ne couvre pas en totalité la longueur des cylindres de travail, chaque cylindre peut fléchir sous l'action des efforts appliqués et il en résulte une variation d'épaisseur de l'espace de passage de la bande entre les cylindres de travail, qui engendre des défauts de profil et de planéité.

- 20 Pour essayer de corriger ces défauts de profil en travers du produit laminé, on a d'abord proposé de compenser la déformation des cylindres due à l'effort de laminage, par un bombement de leur surface obtenue par usinage selon un profil particulier.

Cependant, le défaut d'épaisseur sur le profil en travers du produit

- 25 laminé est complexe car il est le résultat de toutes les déformations de l'ensemble des cylindres, qui sont de diamètres différents, et de la déformation de toutes les parties constitutives de la cage de laminoir sous l'effort.

C'est pourquoi, on a mis au point, depuis quelques années, des

- 30 systèmes plus perfectionnés permettant de moduler la correction effectuée.

Dans un premier système connu, on applique des efforts contrôlés de flexion sur les deux extrémités de l'arbre de chaque cylindre de travail, afin de réaliser des effets de cambrage permettant de corriger, de

- 35 manière continue, la répartition des contraintes.

A cet effet, on utilise habituellement des vérins hydrauliques placés de part et d'autre de chaque empoise et prenant appui dans un sens sur la cage fixe et dans l'autre sur des parties latérales en saillie formant des oreilles d'appui de l'empoise. Habituellement, ces vérins de 5 cambrage sont logés avec leurs circuits hydrauliques à l'intérieur des deux pièces en saillie servant à guider les empoises de travail. Ces pièces forment ainsi des blocs de support des vérins qui sont appelés, souvent, blocs hydrauliques.

On peut ainsi réaliser un cambrage dit négatif, par resserrement 10 des empoises des deux cylindres de travail, pour compenser une surépaisseur des bords du produit ou bien un cambrage dit positif, par écartement des mêmes empoises des deux cylindres de travail pour compenser une surépaisseur de la partie centrale du produit.

On a aussi proposé, dans les lamoins dits « sexto », d'interposer 15 un cylindre intermédiaire entre chaque cylindre de travail et le cylindre de soutien associé ce qui permet de commander un déplacement axial, en des sens opposés, des deux cylindres intermédiaires afin d'appliquer l'effort de laminage, non pas sur toute la table des cylindres, mais seulement sur la largeur du produit. On réduit ainsi les déformations des 20 cylindres et l'on obtient un produit de meilleure planéité.

Par ailleurs, l'utilisation de cylindres intermédiaires permet d'utiliser des cylindres de travail de plus petit diamètre et, ainsi, de diminuer la force de laminage nécessaire pour une même réduction d'épaisseur.

25 Il est possible, également, de réaliser un déplacement axial, en sens opposés, des cylindres de travail dans les lamoins quarto, et/ou des cylindres intermédiaires dans les lamoins sexto, afin de mieux contrôler la répartition des contraintes sur la largeur du produit.

De plus, en mode quarto comme en mode sexto, des dispositions 30 particulières des empoises peuvent permettre de combiner le système de cambrage et le système de déplacement des cylindres.

Dans un autre système connu sous le nom « C.V.C. », on donne 35 aux cylindres de travail d'un lamoir « quarto », et/ou aux cylindres intermédiaires, dans un lamoir « sexto », des profils curvilignes complémentaires permettant, par déplacement axial des cylindres, de

créer un bombé variable entre le cylindre supérieur et le cylindre inférieur.

Plus récemment, on a aussi proposé de moduler la force de laminage le long de la génératrice de contact avec le cylindre de travail

5 ou le cylindre intermédiaire, en transmettant l'effort de laminage au moyen d'un cylindre comprenant une enveloppe montée tournante autour d'un arbre fixe et prenant appui sur celui-ci par l'intermédiaire d'une série de vérins permettant de faire varier la répartition des contraintes le long de la génératrice d'appui.

10 Tous ces dispositifs, ainsi que d'autres perfectionnements, développés depuis plusieurs années, ont permis, dans la technique du laminage à froid, en particulier en laminoir tandem, d'améliorer sans cesse la qualité du produit final. Toutefois, ces dispositifs sont coûteux et ne sont donc rentables qu'à partir d'un certain volume de production. En

15 outre, cette rentabilité doit se maintenir pendant plusieurs années pour justifier le montant des investissements.

Cependant, du fait que le laminage se produit par écoulement du métal entre les deux cylindres de travail, il est nécessaire d'adapter aux caractéristiques mécaniques, métallurgiques et dimensionnelles du

20 produit, le diamètre des cylindres de travail, le couple de rotation appliqué sur ceux-ci et, d'une façon générale, l'ensemble des moyens permettant d'exercer l'effort de laminage.

En outre, il faut noter que, dans un laminoir tandem, le laminage détermine, par écrouissage, une augmentation progressive de la dureté

25 du produit et, par conséquent, de l'effort de laminage à appliquer pour une même réduction d'épaisseur, d'une cage à la suivante.

De ce fait, les moyens d'application de l'effort de serrage risquent de saturer en puissance si la dureté du produit de départ est trop élevée.

Jusqu'à présent, il semblait donc nécessaire, en particulier pour

30 les productions importantes d'utiliser des équipements adaptés à une certaine gamme de produits dont les caractéristiques restent dans un domaine assez limité. Dans la pratique, des installations de très grande capacité, par exemple dépassant 1 million de tonnes par an, n'ont été réalisées que pour deux familles d'acier, d'une part les aciers pour tôles

35 de carrosserie et, d'autre part, les aciers pour emballage.

Toutefois, les besoins des utilisateurs évoluent constamment dans le sens d'une diversification des qualités demandées et d'un changement, parfois brutal, des quantités à fournir. C'est ainsi que, dans l'industrie automobile, on s'oriente vers l'utilisation d'acières ayant des nuances très précises permettant d'obtenir des performances élevées.

5 Par exemple, pour la tôle de carrosserie, on a vu apparaître successivement les nuances appelées, dans le commerce, CQ, DQ, DDQ, EDDQ dont la limite élastique s'étend de 180 MPa à 250 MPa ainsi que des aciers très durs ayant une haute limite élastique (HSLA) pouvant 10 aller jusqu'à 600 MPa. A l'opposé, on demande également des aciers très mous (IF) à très bas carbone, dont la limite élastique est de l'ordre de 160 MPa.

15 En outre, on cherche à diminuer, autant que possible, le poids des produits fabriqués sans en diminuer la résistance et l'on demande donc, pour les mêmes performances, des tôles ayant des épaisseurs de plus en plus fines qui nécessitent des taux de réduction élevés, tout en maintenant les mêmes exigences de régularité d'épaisseur, de planéité et de qualité de surface.

20 D'autre part, même le processus de laminage doit pouvoir s'adapter à la qualité des aciers traités.

C'est ainsi que, récemment, on a mis au point des aciers appelés « TRIP » (TRansition Induced Plasticity) qui sont élaborés de façon que la recristallisation finale ne se fasse qu'en phase d'emboutissage, alors qu'elle se produisait auparavant en phase de refroidissement accéléré à 25 la sortie du train à chaud ou au cours du laminage à froid. De plus, alors que pour des aciers courants ou mous la limite de rupture n'est que très peu supérieure à la limite élastique ($Re \approx 0,8 Rm$) les aciers TRIP ont une limite de rupture qui peut atteindre deux fois la valeur de la limite élastique. La courbe d'écrouissage à partir de laquelle on détermine le 30 schéma des passes de laminage est donc complètement différente. D'ailleurs, de tels aciers sont généralement caractérisés par la valeur de leur limite de rupture et non, comme précédemment, par celle de leur limite élastique.

35 L'industrie sidérurgique est donc soumise à des impératifs contradictoires. D'une part, les installations de laminage doivent être

équipées de dispositifs coûteux, spécialement adaptés aux caractéristiques des produits à laminer pour obtenir les qualités souhaitées et, d'autre part, les quantités demandées par la clientèle sont souvent insuffisantes pour rentabiliser de tels équipements.

5 L'invention a pour objet de résoudre l'ensemble de ces problèmes grâce à un procédé permettant d'élargir la gamme de production d'une installation de laminage en ayant la possibilité de traiter sur celle-ci, des aciers ayant des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques très diverses, tout en conservant une productivité 10 suffisante pour toutes les nuances de métal et en bénéficiant, cependant, de tous les moyens nécessaires pour garantir, de façon optimale, les qualités d'épaisseur, de planéité et d'état de surface souhaitées pour le produit laminé.

15 L'invention permet ainsi de disposer d'un outil de production facilement adaptable à l'évolution des besoins, aussi bien dans la qualité du produit laminé que dans les quantités à fournir.

15 L'invention s'applique donc, d'une façon générale, à une installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande, comprenant au moins deux cages de laminage fonctionnant en 20 tandem pour une réduction progressive de l'épaisseur du produit, chaque cage étant associée à des moyens d'application d'un effort de laminage entre deux cylindres de travail, permettant, pour une configuration donnée de la cage, de réaliser un certain taux de réduction d'épaisseur, compte tenu des caractéristiques mécaniques et métallurgiques du 25 produit, lesdites caractéristiques étant comprises dans une gamme de production déterminée.

Conformément à l'invention on équipe au moins l'une des cages de laminage de moyens de transformation permettant de changer la configuration de la cage ainsi transformable, en conservant les mêmes 30 moyens d'application de l'effort de laminage, de façon à disposer d'au moins deux configurations adaptées chacune à une gamme de production et, pour le laminage d'un produit, on choisit la configuration de la cage transformable en fonction des caractéristiques dudit produit de façon que celles-ci entrent dans la gamme de production correspondant 35 à la configuration choisie.

En particulier, la configuration de la cage transformable peut être choisie en fonction de la dureté du matériau constituant le produit à laminer. La gamme de production peut ainsi comprendre des produits dont la limite de rupture, après élaboration à chaud peut aller de moins 5 de 160 MPa jusqu'à au moins 1000 MPa.

De façon particulièrement avantageuse, les cages de laminage étant associées, chacune, à des moyens de contrôle d'au moins l'un des facteurs de qualité tels que la régularité d'épaisseur, la planéité et/ou l'état de surface, on change la configuration d'au moins l'une des cages 10 de laminage en fonction des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du produit, de façon à conserver la même qualité sur la gamme de production globale de l'installation.

Dans un premier mode de réalisation, pour s'adapter aux caractéristiques spécifiques d'un produit à laminer, on fait passer au 15 moins une cage transformable d'une configuration quarto comprenant deux cylindres de travail prenant appui sur deux cylindres de soutien, à une configuration sexto comprenant deux cylindres de travail prenant appui, par des cylindres intermédiaires sur les mêmes cylindres de soutien, et inversement.

20 Dans un second mode de réalisation, pour s'adapter aux caractéristiques spécifiques du produit à laminer, on fait passer au moins une cage transformable d'une configuration sexto comprenant deux cylindres de travail prenant appui respectivement, par une paire de premiers cylindres intermédiaires, sur une paire de cylindres de soutien, 25 à une configuration de type "octo" comprenant deux cylindres de travail prenant appui respectivement, par une paire de seconds cylindres intermédiaires, sur les mêmes premiers cylindres intermédiaires et les mêmes cylindres de soutien, et inversement.

Pour élargir encore la gamme de production, il est possible 30 d'équiper au moins une cage transformable de moyens amovibles d'appui latéral des cylindres de travail, afin de permettre, dans une configuration supplémentaire, l'utilisation de cylindres de travail de très petit diamètre.

En choisissant ainsi la configuration d'au moins une cage du lamoir, l'invention permet de réaliser une réduction d'épaisseur d'au moins 70% en une passe pour toute la gamme de production élargie.

De préférence, on change la configuration, au moins, de la 5 première cage du lamoir, afin de lui donner une configuration sexto pour le laminage de bandes présentant, à l'entrée du lamoir, une limite de rupture égale ou supérieure à 600 MPa et une configuration quarto pour le laminage de bandes ayant une limite de rupture inférieure.

Cependant, il peut aussi être avantageux de changer la 10 configuration de la dernière cage afin de contrôler la qualité de surface du produit à la sortie du lamoir.

Par ailleurs, pour certaines catégories d'acier, il peut être plus avantageux de changer la configuration d'au moins l'une des cages intermédiaires, en particulier pour lui donner une configuration à huit 15 cylindres, avec des cylindres de travail de très petit diamètre.

L'invention couvre également une installation de laminage pour la mise en œuvre du procédé comprenant au moins deux cages de laminage fonctionnant en tandem, dans laquelle au moins l'une des cages est équipée de moyens de remplacement rapide d'une première 20 paire de cylindres de travail par deux ensembles montés en cassettes comportant chacun un cylindre de travail de plus petit diamètre, associé à un cylindre intermédiaire, ladite cage transformable ayant ainsi deux configurations possibles, respectivement une première configuration avec au moins quatre cylindres, adaptés à une première gamme de 25 production, et une seconde configuration avec au moins six cylindres, adaptée à une seconde gamme de production, en conservant dans les deux configurations, au moins, les mêmes cylindres de soutien et les mêmes moyens d'application de l'effort de laminage.

Dans un premier mode de réalisation, au moins l'une des cages, 30 en particulier la première cage, peut passer d'une configuration quarto à une configuration sexto, et inversement.

Dans un autre mode de réalisation, au moins l'une des cages, en particulier une cage intermédiaire peut passer d'une configuration sexto à une configuration octo, avec éventuellement des moyens amovibles 35 d'appui latéral des cylindres de travail.

De façon particulièrement avantageuse, la cage transformable est équipée de moyens de cambrage des cylindres qui sont les mêmes dans les deux configurations et coopèrent avec des parties d'appui des empoises des cylindres de travail dans une première configuration et

5 avec des parties d'appui des empoises des cylindres intermédiaires dans une seconde configuration et les parties d'appui sont placées, dans chacune des configurations, sensiblement au même niveau par rapport au plan de laminage, de chaque côté de celui-ci.

L'invention couvre également d'autres caractéristiques

10 avantageuses qui apparaîtront dans la description suivante de certains modes de réalisation particuliers, donnés à titre d'exemple et représentés sur les dessins annexés.

La figure 1 est une vue schématique partielle, en élévation, d'une installation selon l'invention comprenant quatre cages de laminage en

15 configuration quarto.

La figure 2 est une vue schématique, en élévation de l'installation selon l'invention, après transformation de la première et de la dernière cage.

La figure 3 représente schématiquement, en élévation, une cage

20 de laminage selon l'invention en configuration quarto.

La figure 4 est une vue à échelle agrandie de la partie centrale de la cage de la figure 3, après transformation en configuration sexto.

La figure 5 représente, en élévation, un autre mode de réalisation d'une cage transformable, en configuration sexto.

25 La figure 6 représente, en élévation, la partie centrale de la cage de la figure 5, après transformation en configuration octo avec appuis latéraux.

La figure 7 montre la cage octo de la figure 6, en position de démontage des cassettes.

30 La figure 8 montre la cage octo de la figure 6, en position de démontage des appuis latéraux.

La figure 9 est une vue partielle en élévation, montrant une variante du dispositif d'appui latéral.

35 La figure 10 est une vue de dessus, avec arraché partiel, de l'extrémité d'une cassette pour la configuration octo de la figure 8.

La figure 11, est une vue en coupe selon la ligne I, I de la figure 9.

La figure 1 représente schématiquement une installation de laminage tandem à quatre cages fonctionnant en continu, c'est-à-dire sans engagement de bande, le laminoir étant alimenté par des bobines 5 soudées bout à bout. Schématiquement, une telle installation comporte, dans un sens de défilement de la bande, une section d'entrée E, une section de laminage L et une section de sortie S.

La section de laminage L comporte, dans l'exemple représenté, 10 quatre cages fonctionnant en tandem, c'est-à-dire effectuant, en même temps, chacune une réduction d'épaisseur sur le produit et contrôlées de manière à maintenir entre elles un niveau de traction, en général élevé, compatible avec la résistance du produit et permettant, comme on le sait, de réaliser une réduction d'épaisseur plus importante dans chaque cage.

La section d'entrée E comprend des dispositifs, non représentés, 15 de mise en traction de la bande, placés juste devant la première cage et un dispositif de guidage G. La section de sortie S comprend en général une cisaille de fractionnement C pour constituer des bobines et, par exemple, deux bobineuses B, B' ayant chacune un dispositif de guidage et déflexion D, D'.

20 Il ne semble pas nécessaire de décrire plus en détail une telle installation de laminage continu dont les caractéristiques et les avantages ont été indiqués, par exemple, dans un article intitulé « le décapage-tandem couplé de Sainte Agathe à Sollac Florange » paru dans La Revue de la Métallurgie, de Mars 1998.

25 En particulier, une telle installation peut comporter un plus ou moins grand nombre de cages fonctionnant en tandem et, selon la nature et la destination du produit, diverses sections de traitement de la bande métallique disposées ou non en une ligne continue.

30 D'une façon générale, on sait que, dans une installation de laminage en tandem, l'épaisseur du produit est réduite progressivement dans les cages successives de l'installation et que le taux de réduction pouvant être effectué dans chaque cage dépend des caractéristiques mécaniques et dimensionnelles du produit et, évidemment, des moyens dont on dispose pour appliquer la force de laminage.

Habituellement, on établit donc, pour chaque produit à laminer, un schéma de laminage qui détermine la part de réduction d'épaisseur à effectuer dans chaque cage, en tenant compte du fait que l'écrasement du produit détermine, par écrouissage, une augmentation de sa dureté 5 et, par conséquent, de l'effort de laminage à appliquer, dans les cages suivantes, pour une certaine réduction d'épaisseur.

On sait que le taux de réduction d'épaisseur que l'on peut réaliser dépend d'un certain nombre de paramètres de laminage.

Un paramètre essentiel est évidemment le diamètre des cylindres 10 de travail dont dépendent les conditions d'écoulement du métal dans l'emprise de laminage.

En effet, le métal étant entraîné par frottement le long des faces circulaires des cylindres qui limitent l'emprise de laminage, un diamètre important par rapport à la réduction d'épaisseur à effectuer permet de 15 diminuer l'angle de frottement et favorise, donc, l'entraînement de la bande.

C'est pourquoi, il semble normal, pour le laminage à froid, d'utiliser des cylindres de travail d'assez gros diamètre, de l'ordre de 500 mm, par exemple.

20 D'ailleurs, un grand diamètre présente d'autres avantages, par exemple de permettre une plage d'usure relativement importante et de rendre plus efficace le refroidissement nécessaire des cylindres qui s'effectue par la périphérie.

Certes, les plus petits diamètres permettent, à réduction égale, de 25 diminuer l'effort de laminage nécessaire mais la plage d'usure est réduite et la durée de vie des cylindres plus courte, ce qui entraîne une augmentation du coût de production. De plus, l'arc de contact étant plus petit, la stabilité de la cage est plus difficile à maintenir, en particulier dans le cas des laminoirs tandem qui, comme on le sait, permettent 30 d'exercer de fortes tractions en amont et en aval de chaque cage de laminoir.

Mais d'autres facteurs interviennent aussi dans le processus de laminage tels que la lubrification des cylindres et, dans un laminoir tandem, les efforts de traction appliqués sur la bande, respectivement en 35 amont (T_e) et en aval (T_s) de l'entrefer.

On a ainsi pu établir que la réduction d'épaisseur maximale possible au cours d'une passe de laminage peut être donné par la formule :

$$5 \quad \Delta_e \leq 2 \left(\mu + \frac{T_e - T_s}{2F} \right)^2 D$$

dans laquelle μ est le coefficient de frottement, F l'effort de laminage, T_e et T_s les efforts de traction à la sortie et à l'entrée de la cage de lamoir et D le diamètre des cylindres de travail.

10 Pour l'établissement d'un schéma de laminage correspondant à la nuance et au format d'un produit à laminer, il faut donc, en tenant compte des moyens dont on dispose, déterminer ces divers paramètres, de façon à réaliser, dans les meilleures conditions possibles, un laminage du produit à l'épaisseur demandée pour une vitesse normale
15 de défilement correspondant à la capacité de production de l'installation.

A cet égard, une qualité essentielle demandée à une installation de laminage est de fournir un produit ayant une épaisseur et des qualités de surface aussi constantes que possible. Pour cela, il faut donc régler en permanence les facteurs qui interviennent dans le processus de
20 réduction d'épaisseur, afin de maintenir, pendant toute la production, la stabilité de la réduction d'épaisseur et les qualités de planéité et d'état de surface requis.

La formule indiquée plus haut montre que le choix d'un diamètre important est favorable à la tenue de la stabilité du taux de réduction.
25 Cependant, un diamètre important augmente la longueur de l'emprise de laminage et, par conséquent, la force de laminage à appliquer.

Par ailleurs, en cours de laminage, pour assurer la stabilité de la réduction d'épaisseur, on peut agir sur l'effort de laminage et les efforts de traction appliqués sur le produit.

30 En effet, dans un lamoir tandem, les tractions élevées obtenues entre deux cages successives permettent d'augmenter la réduction d'épaisseur possible. Toutefois, la formule indiquée plus haut montre qu'un effort de laminage relativement grand, résultant d'un diamètre important, diminue l'influence des tractions. La stabilité du taux de

réduction est alors assurée par celle du coefficient de frottement qui dépend de la qualité de lubrification et de la rugosité des cylindres.

De plus, les efforts de traction que l'on peut appliquer sur la bande, respectivement à l'entrée et à la sortie de l'installation dépendent 5 des dispositifs placés respectivement en amont et en aval de celle-ci et sont inférieurs aux efforts générés par une cage du lamoir tandem sur celles qui l'encadrent.

Pour augmenter les possibilités de réglage de l'effort de laminage, il pourrait être préférable de réduire le diamètre des cylindres de travail 10 dans la première et la dernière cage mais il faut aussi tenir compte du fait qu'un diamètre relativement important est favorable à l'entraînement du produit et au transfert de la rugosité sur la dernière cage lorsqu'il est nécessaire.

En effet, pour un bon nombre de produit de qualité élevée, 15 l'aspect de surface est important et les traitements avals de la bande (galvanisation, peinture, etc.) imposent une rugosité précise et constante de la surface et cette rugosité est donnée par celle des cylindres de travail de la dernière cage du lamoir tandem. Or, il est connu que l'impression de la rugosité des cylindres sur la bande est d'autant plus 20 facile que le diamètre est élevé. C'est donc un autre facteur de choix pour un diamètre important des cylindres de travail, même dans la dernière cage.

Il apparaît donc que les possibilités d'action sur les différents paramètres de laminage, dont certains influent les uns sur les autres, 25 sont assez réduites et c'est pourquoi, jusqu'à présent, les installations de laminage en tandem à forte capacité n'étaient utilisables que pour une gamme de production assez limitée.

Par exemple, pour la production de tôles de carrosserie, on part, généralement, d'une bande à chaud ayant une épaisseur d'au moins 30 3 mm et l'on doit obtenir, à la sortie de l'installation, une épaisseur assez fine, de l'ordre de 0,7 à 0,8 mm.

Pour les qualités usuelles de tôles de carrosserie, un tel taux de réduction d'épaisseur, pouvant aller jusqu'à 80% peut être obtenu dans 35 une installation du type représenté sur la figure 1 comprenant 4 ou 5 cages quarto avec des cylindres de travail dont le diamètre peut, sans

inconvénient, être situé dans une plage allant sensiblement de 530 mm à 620 mm, la gamme d'utilisation réelle étant de l'ordre de 58 mm à 80 mm, ce qui est économique vis-à-vis de la durée de vie des cylindres.

Normalement, la gamme de dureté des produits que l'on peut 5 laminer en conservant la qualité de surface souhaitée et la stabilité de la réduction d'épaisseur est limitée. En pratique, la limite de rupture peut aller, par exemple jusqu'à 600 MPa. Au-dessus de cette limite de rupture, il se produit une saturation des moyens mécaniques 10 d'entraînement des cylindres dont la puissance est limitée et l'on ne peut pas exercer l'effort de laminage nécessaire pour obtenir la réduction d'épaisseur souhaitée. Il en résulte qu'une installation de laminage en tandem n'est, normalement, utilisable que pour une gamme de produits 15 relativement limitée pour laquelle les caractéristiques des différents organes ont été déterminées et, jusqu'à présent, il semblait nécessaire de disposer d'installations spécialisées pour le laminage des autres 20 qualités d'acier, en particulier ceux qui ont une limite de rupture supérieure à 600 MPa, tels que les aciers TRIP.

L'invention permet de résoudre ce problème de façon simple, rapide et économique, en changeant simplement la configuration d'au 20 moins l'une des cages du lamoir, de façon à modifier le diamètre des cylindres de travail et, ainsi, la gamme de produits que l'on peut traiter dans le lamoir.

Ainsi, en équipant au moins l'une des cages de moyens 25 permettant d'en changer facilement la configuration, il va être possible, grâce au procédé selon l'invention, d'élargir considérablement la gamme de production d'un lamoir tandem.

A titre d'exemple, l'installation de type classique présentée schématiquement sur la figure 1, comprenant quatre cages de laminage fonctionnant en tandem et équipées chacune en configuration quarto, est 30 adaptée, comme on l'a vu, à la production avec une grande capacité, de tôles de qualité usuelle, par exemple pour l'industrie automobile.

Une telle installation peut, selon sa conception et la puissance 35 installée, produire de l'ordre de 600 000 t/an à 2,5 Mt/an, la capacité de production étant d'autant plus importante que la gamme des nuances d'acier à fabriquer est plus réduite.

Chaque cage L1, L2, L3, L4 est du type quarto représenté schématiquement sur la figure 1 et comprend donc, à l'intérieur d'une cage comportant deux colonnes écartées 10, une paire de cylindres de travail 2, 2' prenant appui sur des cylindres de soutien 3, 3' et limitant un entrefer de passage du produit M qui défile, dans un plan de laminage P sensiblement horizontal, suivant une direction orthogonale aux axes des deux cylindres de travail, les axes des différents cylindres étant placés sensiblement dans un plan vertical de serrage P₁.

Comme habituellement, chaque cylindre est monté rotatif autour de son axe, sur des paliers anti-friction logés dans des empoises montées coulissantes, parallèlement au plan de serrage P₁, dans des fenêtres de chaque colonne 10 de la cage.

Comme le montre la figure 3, les cylindres de travail 2, 2', qui ont un diamètre plus faible que les cylindres de soutien 3, 3', sont portés par deux empoises 20, 20' montées coulissantes le long de faces de guidage verticales 12a, 12b ménagées aux extrémités de deux pièces 13a, 13b qui s'étendent en saillie à l'intérieur de la fenêtre 11 alors que les faces de guidage des empoises 30, 30' des cylindres de soutien 3, 3' sont ménagées le long des côtés verticaux 11a, 11b de chaque fenêtre 11 de la cage.

Dans la partie basse de chaque colonne 10 de la cage, est disposé un dispositif de serrage hydraulique 15 qui, dans le mode de réalisation de la figure 3, est équipé d'un piston permettant d'appliquer la force de laminage et de contrôler la régulation d'épaisseur en prenant appui sur l'empoise 30' du cylindre d'appui inférieur 3'. On dispose aussi, dans la partie haute de chaque colonne 10, un dispositif de calage à vis 16 qui permet de maintenir serré l'empilage des cylindres en compensant les variations de hauteur, dues à l'usure des cylindres. Ce dispositif 16 peut comprendre, par exemple, une vis mue par un moto-réducteur et prenant appui sur l'empoise correspondante 30 du cylindre de soutien supérieur 3.

Bien entendu, d'autres dispositifs, par exemple hydrauliques, peuvent être utilisés pour le serrage et le calage des cylindres.

Il est à noter que, comme on le verra plus loin, les fenêtres 11 et les moyens 15, 16 de serrage et de calage des cylindres sont

dimensionnés pour permettre un réglage sur une grande amplitude de l'écartement entre les cylindres de soutien 3, 3'.

De façon connue, chaque cage du lamoir est aussi équipée de dispositifs de contrôle de la planéité du produit par cambrage (ou 5 cintrage) des cylindres de travail.

Comme habituellement, ces dispositifs de cambrage sont constitués, pour chaque empoise, de deux ensembles de vérins 5, 5' prenant appui, de chaque côté de la fenêtre 11, sur les deux montants de chaque colonne 10, ces derniers étant munis, en outre, de faces de 10 guidage entre lesquelles les deux empoises 20, 20' sont montées coulissantes parallèlement au plan vertical de serrage P_1 , dans lequel sont placés sensiblement les axes des cylindres.

Comme indiqué plus haut, ces faces de guidage latéral 12a, 12b sont ménagées aux extrémités de deux pièces en saillie 13a, 13b 15 solidaires des deux montants de chaque colonne 10 et sur lesquelles prennent appui, généralement, les vérins de cambrage 4, 4'.

On sait, d'autre part, que les vérins de cambrage doivent agir sur les extrémités des cylindres de travail ou des cylindres intermédiaires en configuration sexto, soit dans un sens positif d'écartement du plan de 20 laminage, pour compenser un amincissement excessif des bords du produit laminé, soit dans un sens négatif de rapprochement vers le plan de laminage. On peut donc utiliser, soit des vérins à double effet fixés sur l'empoise ou sur une pièce intermédiaire, soit deux paires de vérins 25 agissant en des sens opposés sur des parties d'appui de chaque empoise, de chaque côté de celle-ci.

Par ailleurs, même dans une configuration quarto, il est avantageux de bénéficier également d'une possibilité de déplacement axial des cylindres avec leurs empoises. Plusieurs dispositions ont été proposées à cet effet, mais il est avantageux que les vérins de cambrage 30 se déplacent avec les empoises sur lesquelles ils prennent appui, afin que les efforts appliqués restent bien centrés par rapport aux paliers de centrage montés dans l'empoise.

Enfin, pour réaliser un changement de configuration permettant, selon l'invention, de passer par exemple d'une configuration quarto à une

configuration sexto, il est particulièrement avantageux de conserver les mêmes moyens de cambrage qui restent fixés sur les colonnes.

Les dispositions selon l'invention permettent de résoudre ces différents problèmes.

5 Les figures 3 et 4 montrent un premier mode de réalisation selon l'invention d'une cage transformable, en configuration quarto ou sexto. Comme habituellement, les moyens de cambrage des cylindres sont montés, avec leurs circuits d'alimentation hydraulique, dans des pièces massives 4a, 4b appelées "blocs hydrauliques" et fixées sur les deux 10 montants de chaque colonne 10 de la cage, dans la partie centrale de celle-ci.

Chaque bloc hydraulique 4a, 4b porte, au niveau du plan de laminage P, une pièce 13a, 13b qui s'étend en saillie vers l'intérieur de la fenêtre et porte, à son extrémité interne, une face verticale 12a, 12b de 15 guidage des empoises 20, 20' des cylindres de travail 2, 2' qui sont munis de parties d'appui 21 appelées "oreilles", qui s'étendent en saillie vers l'extérieur, de part et d'autre du plan vertical de serrage P1.

Dans le mode de réalisation de la figure 3, les parties d'appui 21, 21' des deux empoises, respectivement supérieure 20 et inférieure 20', 20 sont décalées par rapport à l'axe du cylindre de travail correspondant, du côté opposé au plan de laminage P, de façon à passer, respectivement, au-dessus et en dessous des pièces en saillie 13a, 13b, afin de coopérer avec des ensembles de vérins de cambrage, respectivement supérieur 5 et inférieur 5'.

25 Dans le mode de réalisation de la figure 3, chaque ensemble 5 comporte au moins une paire de vérins opposés 51, 52 placés de part et d'autre de l'oreille 21 et prenant appui sur celle-ci, respectivement dans le sens positif d'écartement du plan de laminage et dans le sens négatif de rapprochement.

30 Bien entendu, la disposition est symétrique par rapport au plan de laminage P et au plan de serrage P', chaque bloc hydraulique 4a, 4b portant deux ensembles de vérins, respectivement supérieur 5 et inférieur 5'.

35 Par ailleurs, pour permettre le déplacement axial des cylindres de travail sans décentrage des efforts appliqués, les vérins de cambrage,

respectivement positif 51a et négatif 52a, placés d'un même côté du plan de serrage P_1 , sont logés dans une pièce de support 40a montée coulissante, parallèlement aux axes des cylindres, sur le bloc hydraulique correspondant 4a fixé dans la partie centrale de la colonne 10 et il en est 5 de même de l'autre côté du plan de serrage P_1 .

Ainsi, chaque cylindre de travail, par exemple le cylindre supérieur 2, est associé à deux pièces de support 40a, 40b montées coulissantes axialement sur les deux blocs hydrauliques 4a, 4b et sur lesquelles prennent appui, respectivement, les vérins de cambrage positif 51a, 51b 10 et les vérins de cambrage négatif 52a, 52b. De façon connue, les deux pièces de support 40a, 40b sont associées à des moyens non représentés, tels que des vérins hydrauliques, prenant appui sur la cage pour commander le déplacement axial de l'ensemble formé par le cylindre de travail 2 et ses deux empoises 20 avec les pièces de support 15 associées 40a, 40b portant les ensembles de vérins de cambrage 5a, 5b.

Bien entendu, il en est de même, de l'autre côté du plan de laminage P , pour le cylindre de travail inférieur 2' et ses empoises 20' associées chacune à deux pièces de support 40'a, 40'b montées 20 coulissantes axialement sur les blocs hydrauliques 4a, 4b.

On voit que, dans la configuration quarto de la figure 3, les pièces en saillie 13a, 13b servent uniquement au guidage des empoises 20, 20' des deux cylindres, entre leurs extrémités opposées 12a, 12b.

Cependant, chaque pièce en saillie 13 porte également deux 25 ensembles de vérins, respectivement supérieur 50 et inférieur 50' prévus pour le cambrage des cylindres de travail dans la configuration sexto représentée sur la figure 4.

Dans cette configuration, en effet, la cage comprend les mêmes cylindres de soutien 3, 3' mais ceux-ci ont été écartés de façon à 30 remplacer chaque cylindre de travail 2 de la configuration quarto par un ensemble de deux cylindres superposés, respectivement un nouveau cylindre de travail 22 de plus petit diamètre et un cylindre intermédiaire 32.

Comme indiqué plus haut, les fenêtres 11 et les moyens de serrage 15, 16 sont dimensionnés pour donner une amplitude de réglage suffisante aux cylindres de soutien 3, 3'.

Comme le montre la figure 4, chaque empoise 23 d'un cylindre de travail 22 de petit diamètre présente la même largeur qu'une empoise 20 d'un cylindre de travail 2 en configuration quarto et est donc guidée verticalement entre les extrémités 12a, 12b des deux pièces en saillie 13a, 13b. De plus, chaque empoise 23 est munie, sensiblement au niveau de l'axe du cylindre 22, de parties en saillie latérales formant des oreilles qui s'engagent dans des encoches ménagées dans les faces de guidage 12a, 12b des deux pièces en saillie 13a, 13b de façon à coopérer avec les ensembles de vérins de cambrage 50 logés dans chaque pièce en saillie 13a, 13b et qui comportent chacun une paire de vérins opposés, respectivement 55 de cambrage positif et 56 de cambrage négatif.

Par ailleurs, dans cette disposition sexto, les empoises 33, 33' des cylindres intermédiaires 32, 32' sont montées coulissantes verticalement, sur des faces de guidage 41, 41' parallèles au plan de serrage et ménagées sur les faces en regard des pièces de support coulissantes 40, 40' portant chacune les deux jeux de vérins de cambrage, respectivement positif 51, 51' et négatif 52, 52' décrits précédemment dans la configuration quarto de la figure 3.

Ainsi, les mêmes ensembles de vérins 5, 5' prévus, dans la configuration quarto, pour le cambrage des cylindres de travail 2, 2' et montés sur les mêmes pièces de support coulissantes 40, 40' servent, dans la configuration sexto, pour le cambrage des cylindres intermédiaires 32, 32', avec la même possibilité de déplacement axial.

Selon l'invention, le changement de configuration peut donc se faire en conservant, non seulement tous les moyens 15, 16, 3, 3' d'application de l'effort de laminage mais également les moyens de réglage des conditions de transmission de cet effort tels que les moyens de cambrage 5, 5' ou de déplacement axial 40, 40'.

Pour cela, il faut cependant que les oreilles d'appui 34 des empoises 33 du cylindre intermédiaire supérieur 32, dans la configuration sexto soient placées sensiblement au même niveau que les oreilles

d'appui 21 des empoises 20 du cylindre de travail supérieur 2 de grand diamètre, dans la configuration quarto et il en est de même, de l'autre côté du plan de laminage pour les cylindres inférieurs de travail 2' et intermédiaire 22'.

- 5 Il est avantageux, à cet effet, d'utiliser la disposition particulière des empoises, représentée sur les figures 3 et 4, dans laquelle les oreilles 21 des empoises 20 du cylindre de travail 2 sont décalées à l'opposé du plan de laminage P par rapport à l'axe du cylindre 2 alors que, pour le cylindre intermédiaire 32, les oreilles 34 de l'empoise 33
- 10 sont décalées vers le plan de laminage P par rapport à l'axe du cylindre, la disposition étant symétrique par rapport au plan de laminage, pour les cylindres inférieurs.

D'autres dispositions sont cependant possibles, comme on le verra plus loin.

- 15 Ainsi, on peut conserver, dans les deux configurations, les mêmes pièces de support coulissantes 40, 40' avec les mêmes ensembles de vérins de cambrage 5, 5' et réaliser simultanément, d'une part un cambrage positif ou négatif des cylindres correspondants et, d'autre part, un déplacement axial, en des sens opposés, soit des deux cylindres de
- 20 travail 2, 2' dans la configuration quarto, soit des deux cylindres intermédiaires 32, 32' dans la configuration sexto.

- 25 Etant donné que l'on conserve les mêmes cylindres de soutien 3, 3', les possibilités de réglage en hauteur desdits cylindres doivent être adaptées à l'encombrement des cylindres de travail des cylindres intermédiaires qui est plus grand dans la configuration sexto que dans la configuration quarto. Il suffit, cependant, que le piston du vérin de serrage 15 et les vis 16 de calage du cylindre de soutien supérieur 3 aient une course suffisante, et que la fenêtre 11 soit dimensionnée en conséquence.

- 30 Grâce à ces dispositions, il est possible de transformer une cage d'un mode quarto à un mode sexto et inversement, en conservant les mêmes cylindres de soutien 3, 3', les mêmes moyens d'application de l'effort de serrage 15, 16 et les mêmes blocs hydrauliques 4a, 4b avec les vérins de cambrage et les moyens de commande du déplacement axial des cylindres.
- 35

Du fait que les pièces de support 40, 40' sont les mêmes dans les deux configurations et sont montées coulissantes parallèlement aux axes des cylindres, il est possible de changer la configuration du lamoir au moyen d'un dispositif de remplacement de cylindres de type connu

5 permettant de retirer, par déplacement parallèlement à leurs axes, un jeu de cylindres de travail, pour les remplacer par d'autres cylindres. En effet, dans la disposition de la figure 4, chaque cylindre de travail de petit diamètre 22 associé à un cylindre intermédiaire 32 forme, avec leurs empoises, un ensemble monté en cassette qui peut être déplacé

10 axialement pour être retiré de la cage ou bien être introduit dans celle-ci, ledit ensemble pouvant être porté par les pièces de support 40a, 40b qui coulissent axialement. Ainsi, il est possible de retirer en bloc, soit les deux cylindres de travail 2, 2' dans le mode quarto, soit les deux ensembles, respectivement supérieur et inférieur de cylindres de travail

15 22, 22' et de cylindres intermédiaires 32, 32', dans le mode sexto.

A cet effet, on peut utiliser un dispositif de remplacement de cylindres de type connu qui peut être, par exemple, du type dit « push-through » décrit dans le brevet EP-0618018 ou du type comportant un chariot dit « side-shifter » tel que décrit dans le brevet US-4,435,970. De

20 tels dispositifs pourront être utilisés dans un lamoir selon l'invention pour passer du mode « sexto » au mode « quarto » et inversement. En effet, il suffit pour cela d'installer à l'avance, dans un compartiment de réserve prévu pour les cylindres neufs, des cylindres de travail de gros diamètre équipés de leurs empoises spécifiques, d'extraire les cylindres

25 intermédiaires et les cylindres de travail utilisés dans le mode « sexto » et d'introduire les gros cylindres seuls, la cage se trouvant ainsi transformée en mode « quarto ». Les dispositifs de serrage 15 et de calage 16 permettront de mettre en contact les cylindres de soutien 3, 3' avec les cylindres de travail 2, 2' dont l'encombrement est inférieur à

30 l'empilage de deux cylindres de travail de faible diamètre 22, 22' augmenté des deux cylindres intermédiaires 32, 32'.

La manœuvre inverse à l'aide du dispositif de changement des cylindres permet de passer, dans l'autre sens du mode « quarto », au mode « sexto ».

Ainsi, en conservant les mêmes moyens d'application de l'effort de laminage, de régulation d'épaisseur et de correction de planéité, il est possible de passer rapidement d'un mode « quarto » avec de gros cylindres de travail à un mode « sexto » avec de plus petits cylindres, par 5 exemple, pour s'adapter à un changement de dureté du produit à laminer.

La figure 2 montre, à titre d'exemple, l'installation représentée sur la figure 1 après transformation de la première (L1) et de la dernière (L4) cages en configuration sexto, les cages intermédiaires L2, L3 restant en 10 configuration quarto.

Une installation ainsi transformée permet de traiter des aciers dans une gamme élargie de dureté et, particulièrement, les nouvelles nuances recherchées pour les tôles de carrosserie, qui ont une limite élastique élevée et présentent donc une grande dureté dès la première 15 cage.

Selon l'invention, cette première cage L1 est donc du type transformable représenté sur les figures 3 et 4 permettant de passer rapidement de la configuration quarto prévue pour les aciers usuels à une configuration sexto, ce qui permet d'assurer dès la première passe, 20 une réduction importante et, ainsi, de réaliser des réductions d'épaisseur pouvant aller jusqu'à 70% sur l'ensemble du laminoir tandem pour ce type d'acier.

Dans cette configuration sexto, pour respecter les possibilités de réglage en hauteur des moyens de serrage 16 et de calage 15, le 25 diamètre des cylindres de travail peut être choisi dans une plage pouvant aller de 360 mm à 485 mm selon la gamme d'usure retenue et la largeur du laminoir.

A cet égard, il faut noter que, pour les petits diamètres de cylindres de travail la déviation horizontale du cylindre peut devenir 30 importante et être néfaste à la planéité de la bande et à la stabilité de la cage de laminoir. Cette déviation est d'autant plus importante que les points d'appuis du cylindre de travail sont éloignés, c'est-à-dire que le laminoir est large. A titre d'exemple on pourra retenir une plage d'usure de 360 mm à 405 mm pour un laminoir de 66" et une plage de 425 mm 35 et 485 mm pour un laminoir de largeur 80".

De la même façon, selon le mode de réalisation de la figure 2, on a observé qu'il serait intéressant d'utiliser également des cylindres de travail de plus petit diamètre sur la dernière cage L4 car, à la sortie du lamoir tandem 1, le métal de la bande est à son maximum de dureté. Il 5 est donc préférable que la dernière cage L4 soit également transformable afin de la configurer en mode sexto pour la fabrication des aciers à très haute limite élastique et particulièrement ceux du type « TRIP ».

Par ailleurs, il est particulièrement avantageux, pour maintenir la 10 qualité du produit sur cette gamme élargie de caractéristiques, que le lamoir soit équipé des même moyens de régulation d'épaisseur et de corrections des défauts de planéité tels que les dispositifs de cambrage et de déplacement axial des cylindres, comme on l'a décrit plus haut en se référant aux figures 3 et 4.

15 Ainsi, les modifications à apporter à la cage transformable pour permettre le changement de configuration sont relativement limitées et leur coût est largement compensé par les avantages apportés.

En effet, il suffit déjà de changer la configuration de la première 20 cage du lamoir pour élargir la gamme de production et, ainsi, répondre sans délai à une variation du plan de charge.

Par exemple à partir de l'installation représentée sur la figure 1, qui est adaptée aux qualités usuelles de métal, avec des cylindres de travail de l'ordre de 530 à 620 mm, il est possible de transformer la première cage L1 pour lui donner une configuration « sexto » avec des 25 cylindres de travail ayant un diamètre choisi dans une plage pouvant aller de 360 mm à 485 mm, ce qui permet, sans autre modification de l'installation, de traiter, par exemple, des aciers à haute limite élastique dans la première cage L1 qui réalise la plus grande partie de la réduction d'épaisseur.

30 En revanche, les deux cages intermédiaires L2 et L3 qui réalisent, habituellement, une réduction d'épaisseur plus faible, peuvent rester en mode « quarto » avec de gros cylindres.

Cependant, étant donné que la dureté du produit augmente d'une cage à la suivante, il peut être nécessaire de donner également à la

dernière cage L4 une configuration « sexto » avec de petits cylindres afin d'obtenir la réduction globale d'épaisseur souhaitée.

Il est à noter que cette transformation des cages de laminage se fait au moyen d'un dispositif rapide de changement de cylindres qui, de 5 toutes façons, est nécessaire pour le remplacement des cylindres usés.

Les dispositions selon l'invention permettent donc de s'adapter, avec une très grande souplesse à un changement des caractéristiques mécaniques et dimensionnelles des produits à laminer et, ainsi, d'élargir considérablement la gamme de production de l'installation.

10 Dû fait que les moyens d'application de l'effort de laminage et les moyens de réglage des conditions de transmission de celui-ci sont conservés, la même installation peut être adaptée très rapidement à un changement des caractéristiques du produit en conservant les mêmes performances de qualité finale sur le produit, en particulier la régularité 15 d'épaisseur, la planéité et la qualité de surface.

Généralement, il suffira, comme on vient de le voir, de changer la configuration de la première cage et éventuellement de la dernière cage du laminoir pour élargir la gamme de production habituelle d'un laminoir tandem, en particulier vers les aciers durs.

20 Cependant, l'évolution de la technique conduit la clientèle à demander aux sidérurgistes des aciers ayant des caractéristiques de plus en plus variées.

25 Par exemple, il peut être nécessaire de produire des aciers très durs ayant une grande variation de limite élastique au cours de l'écrouissage.

Dans ce cas, la dureté de l'acier augmente d'une cage à la suivante et, pour les aciers très durs, il peut être difficile de réaliser la réduction totale d'épaisseur souhaitée du fait que l'on rencontre une limite sur les cages intermédiaires.

30 Il est alors avantageux, dans un mode de réalisation plus perfectionné de l'invention, d'équiper au moins une cage intermédiaire de moyens de changement de configuration permettant, en particulier, d'utiliser des cylindres de très petit diamètre, par exemple compris entre 140 et 160 mm.

Un tel diamètre de cylindre de travail nécessite des appuis latéraux, comme dans la configuration connue sous le nom "Z-HIGH".

On peut donc envisager, dans une cage transformable du type décrit plus haut et représentée sur les figures 3 et 4, de remplacer 5 chaque cylindre de travail 2, 2' d'assez gros diamètre, en configuration quarto, par un insert de type "Z-HIGH" comprenant un cylindre de petit diamètre, un cylindre intermédiaire et des rouleaux d'appui latéraux.

Dans une telle disposition, le châssis de l'insert peut être muni de parties d'appui latéral placées sensiblement au même niveau que les 10 oreilles d'appui des empoises des cylindres de travail 2, 2' de façon à s'adapter aux mêmes dispositifs de cambrage qui, en configuration "Z-HIGH" agissent sur les cylindres intermédiaires.

Cependant, on ne peut disposer, dans ce cas, d'un système de déplacement axial en configuration "Z-HIGH". De plus, avec de petits 15 cylindres de travail, il est nécessaire de motoriser les cylindres intermédiaires qui, dans une configuration sexto tournent en sens contraire des cylindres de travail. Il faut donc que les moteurs d'entraînement en rotation, leur alimentation et leur régulation soient capables de fonctionner dans les deux sens de rotation à pleine vitesse 20 et à pleine puissance, afin d'entraîner, soit les cylindres de travail en configuration quarto, soit les cylindres intermédiaires en configuration sexto.

Par ailleurs, il arrive assez souvent que l'utilisateur préfère que l'installation ait une configuration de base sexto pour toutes les 25 applications, chaque cage pouvant être équipée de cylindres de travail ayant une large plage de diamètres.

Pour résoudre ces problèmes, dans un autre mode de réalisation le laminoir comporte donc au moins une cage transformable du type représenté sur les figures 5 à 12, pouvant avoir des cylindres de travail 30 d'assez gros diamètre dans une configuration sexto (figure 5) et des cylindres de très petit diamètre avec des appuis latéraux, dans une configuration à huit cylindres (figure 6).

La figure 5 montre, en élévation, la partie centrale d'une telle cage transformable, en configuration sexto. Comme dans le cas de la figure 4, 35 la cage comprend donc six cylindres superposés de part et d'autre du

plan de laminage P, respectivement deux cylindres de travail 22, 22', deux cylindres intermédiaires 32, 32' et deux cylindres de soutien 3, 3'.

En ce qui concerne le dispositif de cambrage et les empoises des cylindres, les figures 5 à 7 montrent une variante dans laquelle chaque

5 empoise est munie, de chaque côté du plan de serrage, de deux parties d'appui écartées l'une de l'autre de part et d'autre du plan horizontal passant par l'axe du cylindre et passant, respectivement, au-dessus et en dessous d'une pièce en saillie solidaire de la colonne de la cage et dans laquelle sont logés les vérins de cambrage.

10 Ainsi, chaque empoise 23 d'un cylindre de travail 22 est muni, de chaque côté du plan de serrage P₁, de deux parties d'appui 24, 25 passant respectivement au-dessus et en dessous d'une pièce 42 fixée sur le bloc hydraulique 4 et s'étendant en saillie vers l'intérieur de la fenêtre jusqu'à une face verticale 43 de guidage latéral de l'empoise 23.

15 Chaque pièce en saillie 42 porte au moins une paire de vérins non représentée agissant en des sens opposés, respectivement sur une partie d'appui supérieure 24 de l'empoise 23 pour le cambrage positif du cylindre 22 et sur une partie inférieure 25 pour le cambrage négatif.

Par conséquent, alors que, dans la disposition des figures 3 et 4, 20 les deux empoises de travail 20, 20' étaient guidées, de chaque côté, par une même pièce en saillie 13a, 13b centrée sur le plan de laminage P, dans la variante des figures 5 et 6, les empoises de travail 23, 23' sont guidées, latéralement par deux pièces séparées 42, 42' disposées de part et d'autre du plan de laminage P. En revanche, comme dans la 25 disposition précédente, les empoises 33, 33' des cylindres intermédiaires 32, 32' sont montées coulissantes entre des faces de guidage vertical 41, 41' ménagées aux extrémités de deux pièces de support 40, 40' qui, comme précédemment, sont montées coulissantes sur les blocs hydrauliques 4a, 4b parallèlement aux axes des cylindres.

30 Toutefois, les vérins de cambrage positif et négatif des empoises de travail 23, 23' sont montés sur les secondes pièces en saillie 42, 42' et non pas sur les pièces coulissantes 40, 40' comme dans le cas des figures 3 et 4.

La disposition de la figure 5 permet le remplacement d'un cylindre 35 de travail d'assez gros diamètre 22 par un ensemble 6 monté en

cassette comportant un cylindre de travail de petit diamètre 61 associé à un cylindre intermédiaire 62. La somme des diamètres des deux cylindres 61, 62 étant du même ordre que le diamètre du cylindre de travail 22 de la disposition sexto représentée sur la figure 5, de façon que

5 les cylindres intermédiaires 32, 32' restent sensiblement au même niveau.

D'autre part, comme le montre la figure 7, les deux cylindres 61, 62 de chaque cassette 6 sont montés rotatifs, à leurs extrémités, sur deux châssis 7 ayant une forme analogue à celle des empoises 23 des

10 cylindres de travail 22 de la configuration sexto et comportant, par conséquent, des parties d'appui 71, 72 écartées verticalement de la même distance que les parties d'appui 24, 25 d'une empoise de travail 23 et passant donc, respectivement, au-dessus et en dessous des pièces en saillie 42a, 42b dont les extrémités 43 forment des faces de

15 guidage vertical du châssis 7 en forme d'empoise.

Ainsi, il est possible de changer la configuration du laminoir en remplaçant chaque cylindre de travail 22 de la configuration sexto par une cassette 6 afin de passer dans une configuration à huit cylindres dite "octo" utilisant les mêmes cylindres de soutien 3, 3' et les mêmes

20 premiers cylindres intermédiaires 32, 32' et comportant, de chaque côté du plan de laminage P, un cylindre de travail de petit diamètre 61, 61' associé à un second cylindre intermédiaire 62, 62'.

Etant donné que le châssis 7 de chaque cassette 6 d'une configuration octo a le même profil que les empoises 23 du cylindre de travail 22 de la configuration sexto, on peut utiliser un système de remplacement rapide par déplacement parallèle aux axes des cylindres, les empoises 23 ou les châssis 7 prenant appui, par l'intermédiaire de galets de roulement 26, 73, sur des rails 46 ménagées sur les pièces en saillie 42a, 42b.

30 Comme le montre la figure 5, au-dessus du plan de laminage, les galets de roulement 26 sont montés sur les parties d'appui supérieur 24 de l'empoise supérieure 22 ou 71 du châssis 7 de l'insert octo. En dessous du plan de laminage P, des galets 26', 73' sont fixés sur les parties d'appui inférieures 24' des empoises 22' ou 71' des châssis 7'.

Les pièces en saillie 42, 42' portent des ensembles de vérins de cambrage qui restent en place lors du changement de configuration et agissent, dans le sens positif ou négatif, soit sur les cylindres de travail 22, 22' dans la configuration sexto, soit sur les seconds cylindres 5 intermédiaires 62, 62', dans la configuration octo.

Les figures 10 et 11 montrent en détail le montage du châssis d'un insert octo comprenant un cylindre de travail 61 de petit diamètre et un second cylindre intermédiaire 62.

Chaque second cylindre intermédiaire 62 est muni, à chaque 10 extrémité, d'un tourillon porté par un palier 74 dont la cage externe est fixée sur le châssis 7 qui se comporte ainsi comme une empoise pour le cylindre 62.

En revanche, le cylindre de travail associé 61 est simplement monté rotatif, à chaque extrémité, sur un roulement de butée axiale 75 15 mais celle-ci est montée, avec une possibilité de jeu transversal, dans un organe de retenue 76 fixé sur la face interne du châssis 7 et comportant un dispositif à ressort 77 qui applique en permanence le cylindre de travail 61 sur le cylindre intermédiaire 62, de façon à tenir compte d'une variation, par usure, des diamètres des cylindres, comme le montre la 20 figure 11.

Comme on le voit, les dispositions qui viennent d'être décrites permettent de conserver, dans les deux configurations sexto et octo, les mêmes moyens de cambrage logés dans les pièces en saillie 42, 42' et les mêmes premiers cylindres intermédiaires 32 dont on peut régler la 25 position axiale, dans les deux configurations, au moyen des pièces de support 40, 40'.

Par ailleurs, dans la configuration octo, les premiers cylindres intermédiaires tournent dans le même sens que les cylindres de travail de petit diamètre. Il n'est donc pas nécessaire d'utiliser des moteurs à 30 deux sens de rotation, le couple d'entraînement pouvant être appliqué, au moyen d'allonges, soit sur les cylindres de travail d'assez gros diamètre dans la configuration sexto, soit sur les premiers cylindres intermédiaires, dans la configuration octo.

Les dispositions selon l'invention permettent donc de passer 35 rapidement d'une configuration sexto équipée de cylindres de travail

ayant un diamètre dans une gamme élevée, par exemple 495 mm à 515 mm, à une configuration à huit cylindres ayant des cylindres de travail de petit diamètre, par exemple dans la gamme 140mm/160mm associée à des cylindres intermédiaires 62 dans la gamme 330mm/355mm.

5 Cependant, des cylindres de travail d'aussi petit diamètre risquent de fléchir lors du laminage et doivent donc, de préférence, être associés à des rouleaux d'appui latéraux dans une disposition en X, représentée, à titre d'exemple, sur la figure 6.

10 Chaque cylindre de travail de petit diamètre, respectivement supérieur 61 et inférieur 61', est donc maintenu latéralement par deux ensembles de rouleaux 8a, 8b montés chacun sur un châssis de support 81 qui peut coulisser, suivant une direction inclinée par rapport au plan de laminage P, sur des guides 82 fixés sur le montant correspondant de la colonne de la cage, le coulissement du support 81 étant commandé 15 par un vérin 83.

De préférence, chaque ensemble de rouleaux 8 peut être facilement démonté avec son châssis de support 81, de façon à dégager l'espace central de la cage dans la configuration sexto représentée sur la figure 5, les quatre glissières 82 et les vérins 83 restant seuls fixés sur 20 les colonnes 10 de la cage.

Par conséquent, pour passer de la configuration sexto de la figure 5 à la configuration octo de la figure 6, il suffit de replacer sur les glissières 82 les châssis 80 de support des rouleaux d'appui 8 et de les fixer sur les tiges des vérins 83, de la façon représentée sur la figure 6.

25 Le démontage des quatre ensembles de rouleaux 8 peut s'effectuer de la façon représentée sur les figures 7 et 8.

Lorsque l'on souhaite passer de la configuration octo à la configuration sexto, on recule les ensembles de rouleaux 8 à l'intérieur 30 des glissières 82 afin de dégager tout l'espace central du laminoir, comme indiqué sur la figure 7. Il est alors possible de retirer de la cage les inserts 6 avec leur châssis de support 7 pour les remplacer par les deux cylindres de travail de grand diamètre 22, 22' portés par leurs empoises 23, 23' qui roulent sur les rails 46, 46', de façon à rétablir la configuration sexto représentée sur la figure 5.

On peut aussi retirer facilement de la cage un ou plusieurs ensembles d'appui latéraux 8, 8' pour entretien ou remplacement. A cet effet, après retrait des cylindres de travail ou des inserts, on amène dans l'espace central de la cage un chevalet de démontage 85 reposant, par 5 des galets de roulement, sur les rails supérieurs 46 et portant deux parois orthogonales formant une croix 86 qui limite quatre quadrants dans lesquels peuvent s'introduire les quatre ensembles de rouleaux 8 repoussés par les vérins 83. Les châssis 81 de support des rouleaux sont alors déconnectés des vérins et le chevalet 85 peut être retiré de la 10 cage, par déplacement axial, en emportant les quatre ensembles de rouleaux 8, 8'.

Comme indiqué plus haut, il est particulièrement avantageux d'équiper les cages intermédiaires d'un laminoir tandem d'une telle disposition permettant de passer rapidement d'une configuration sexto à 15 une configuration à huit cylindres avec des cylindres de travail de petit diamètre, dans les cas où la gamme de production du laminoir doit être élargie à des aciers très durs ayant une grande variation de limite élastique au cours de l'écrouissage. Le passage en configuration octo à petit cylindre permet, en effet, d'éviter la saturation de puissance qui se 20 rencontre habituellement, dans le laminage en tandem, pour les aciers de ce type.

Bien entendu, l'invention ne se limite pas aux détails des modes de réalisation qui viennent d'être décrits, des variantes pouvant être imaginées sans s'écartez du cadre de protection de l'invention.

25 En particulier, c'est seulement à titre d'exemple que l'on a représenté, sur les figures, deux types d'empoises, l'invention pouvant s'appliquer à d'autres types et d'autres moyens de cambrage qui peuvent rester sur place, dans toutes les configurations, dès lors que les parties d'appui des empoises des cylindres de travail ou des cylindres 30 intermédiaires sont placées sensiblement au même niveau.

D'autre part, s'il est préférable, en cas de déplacement axial des cylindres, de déplacer en même temps les moyens de cambrage, ceux-ci pourraient aussi être logés dans des parties fixes des blocs hydrauliques, les pressions dans les différents cylindres étant alors réglées en fonction

de la position du plan médian de l'empoise par rapport aux montants de la cage.

De même, le dispositif de déplacement axial des cylindres pourrait être utilisé en association avec des cylindres de travail ayant un profil 5 curviligne de type 'CVC' pour réaliser une variation du bombé, ou encore, il pourrait être utilisé, de façon connue, avec des cylindres de travail présentant une partie de leur table usinée pour réaliser un contrôle de l'amincissement des rives des bandes laminées.

On pourrait aussi, sans sortir du domaine de l'invention, utiliser un 10 cylindre de soutien à enveloppe déformable, du type décrit, par exemple, dans le document EP-A-0248738, pour augmenter les capacités de contrôle de planéité de la cage transformable, en particulier en équipant ainsi la dernière cage L4 du laminoir tandem.

Par ailleurs, lorsqu'on utilise des cylindres de très petits diamètre 15 associés à des moyens d'appui latéraux, comme dans le cas des figures 5 et 6, il pourrait être préférable d'écartier du plan de laminage les vérins de commande du coulissement des moyens d'appui latéraux. Pour cela, on pourrait avantageusement utiliser la disposition représentée sur la figure 9 dans laquelle chaque vérin 83 de commande du coulissement 20 d'un ensemble de rouleaux 8 est articulé sur la colonne 10 autour d'un axe écarté du plan de laminage et commande la rotation d'un levier coudé 87 relié au châssis 81 de support des rouleaux d'appui 8 par une bielle 88 articulée à ses extrémités.

D'autre part, le laminoir tandem auquel s'applique l'invention peut 25 être de tout type connu et pourrait comporter un nombre plus ou moins grand de cages.

D'ailleurs, l'invention a été décrite dans son application à la production de tôles pour l'industrie automobile mais peut s'appliquer à toute autre type de produit pour lequel il est intéressant d'élargir la 30 gamme de production d'une installation, par exemple l'aluminium.

Les signes de référence insérés après les caractéristiques techniques mentionnées dans les revendications, ont pour seul but de faciliter la compréhension de ces dernières et n'en limitent aucunement la portée.

REVENDICATIONS

1. Procédé pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage à froid de produits métalliques sous forme de bande,
 - 5 comprenant au moins deux cages de laminage (L1, L2) fonctionnant en tandem pour une réduction progressive de l'épaisseur du produit (M), chaque cage étant associée à des moyens (15, 16) d'application d'un effort de laminage entre deux cylindres de travail (2, 2'), permettant, pour une configuration donnée de la cage, de réaliser un certain taux de
 - 10 réduction d'épaisseur, compte-tenu des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du produit (M), lesdites caractéristiques correspondant à une gamme de production déterminée, procédé dans lequel on équipe au moins l'une (L1) des cages de laminage de moyens de transformation permettant de changer la
 - 15 configuration de la cage ainsi transformable en conservant les mêmes moyens (15, 16, 3, 3') d'application de l'effort de laminage, de façon à disposer d'au moins deux configurations adaptées chacune à une gamme de production et, pour le laminage d'un produit (M), on choisit la configuration de la cage transformable en fonction des caractéristiques
 - 20 dudit produit (M) de façon que celles-ci entrent dans la gamme de production correspondant à la configuration choisie.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé par le fait que la configuration de la cage transformable est choisie en fonction de la dureté du matériau constituant le produit à laminer.
- 25 3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé par le fait que le changement de configuration de la cage transformable permet de couvrir une gamme de production globale comprenant des produits dont la limite de rupture après élaboration à chaud, peut aller de moins de 160 MPa à au moins 1000 MPa.
- 30 4. Procédé selon l'une des revendications précédentes pour élargir la gamme de production d'une installation de laminage comportant au moins deux cages de laminage (L1, L2) associées chacune à des moyens de contrôle d'au moins l'un des facteurs de qualité tels que la régularité d'épaisseur, la planéité et l'état de rugosité de surface, caractérisé par le fait que l'on change la configuration d'au
- 35

moins l'une des cages de laminage (L1) en fonction des caractéristiques dimensionnelles, mécaniques et métallurgiques du produit (M) de façon à conserver la même qualité sur la gamme de production globale de l'installation.

5 5. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que pour s'adapter aux caractéristiques spécifiques d'un produit à laminer (M), on fait passer au moins une cage transformable (L1) d'une configuration quarto comprenant deux cylindres de travail (2, 2') prenant appui sur deux cylindres de soutien (3, 3') à une configuration sexto comprenant deux cylindres de travail (22, 22') prenant appui, par des cylindres intermédiaires (32, 32') sur les mêmes cylindres de soutien (3, 3'), et inversement.

10 6. Procédé selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé par le fait que pour s'adapter aux caractéristiques spécifiques du produit à laminer (M), on fait passer au moins une cage transformable (L1) d'une configuration sexto comprenant deux cylindres de travail (22, 22') prenant appui respectivement, par une paire de premiers cylindres intermédiaires (32, 32'), sur une paire de cylindres de soutien (3, 3'), à une configuration de type "octo" comprenant deux cylindres de travail (61, 61') prenant appui respectivement, par une paire de seconds cylindres intermédiaires (62, 62'), sur les mêmes premiers cylindres intermédiaires (32, 32') et les mêmes cylindres de soutien (3, 3') et inversement.

15 7. Procédé selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé par le fait que l'on équipe au moins une cage transformable (L1) de moyens amovibles (8, 8') d'appui latéral des cylindres de travail, de façon à permettre, dans une configuration supplémentaire, l'utilisation de cylindres de travail (61, 61'), de très petit diamètre associés éventuellement à des moyens d'appui latéraux (8, 8').

20 8. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on change la configuration, au moins de la première cage (L1) du laminoir tandem, dans le sens du défilement de la bande.

25 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé par le fait que l'on donne à la première cage (L1) du laminoir tandem une configuration

quarto pour le laminage de bandes ayant une limite de rupture inférieure ou égale à 600 MPa.

10. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on donne au moins à la première cage (L1) du 5 laminoir tandem une configuration sexto pour le laminage de bandes présentant, à l'entrée du laminoir une limite de rupture égale ou supérieure à 600 MPa.

11. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on change la configuration de la première (L1) 10 et de la dernière (L4) cage du laminoir.

12. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que l'on change la configuration d'au moins une cage intermédiaire (L2, L3) du laminoir tandem.

13. Procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé par 15 le fait que l'on change la configuration d'au moins une cage intermédiaire (L2, L3) du laminoir tandem en conservant la configuration de la première (L1) et de la dernière cage (L4) du laminoir.

14. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé par le fait que la configuration d'au moins l'une des cages 20 (L1) du laminoir tandem est choisie en fonction des caractéristiques mécaniques et métallurgiques du produit de façon à réaliser une réduction d'épaisseur d'au moins 70% en une passe sur toute la gamme de production globale.

15. Installation de laminage pour la mise en œuvre du procédé 25 selon l'une des revendications précédentes, comprenant des moyens de commande du défilement du produit (M) suivant un plan de laminage (P), successivement dans au moins deux cages de laminage (L1, L2) fonctionnant en tandem, chaque cage comportant deux colonnes (10) entre lesquelles sont montés coulissants, parallèlement à un plan de 30 serrage, au moins quatre cylindres superposés, respectivement deux cylindres de soutien (3, 3') et deux cylindres de travail (2, 2'), et des moyens (15, 16) d'application d'un effort de laminage entre lesdits cylindres avec réglage de leurs écartements, caractérisée par le fait qu'au moins une cage transformable (4) est équipée de moyens de 35 remplacement rapide d'une première paire de cylindres de travail (2, 2')

par deux ensembles (6, 6') montés en cassettes comportant chacun un cylindre de travail de plus petit diamètre (61, 61'), associé à un cylindre intermédiaire (62, 62') ladite cage transformable ayant ainsi deux configurations possibles, respectivement une première configuration

5 avec au moins quatre cylindres, adaptés à une première gamme de production, et une seconde configuration avec au moins six cylindres, adaptée à une seconde gamme de production, en conservant dans les deux configurations, au moins les cylindres de soutien (3, 3') et les mêmes moyens (15, 16) d'application de l'effort de laminage.

10 16. Installation selon la revendication 15, caractérisée par le fait que les moyens de changement de configuration d'au moins une cage transformable (L1) permettent de faire passer celle-ci d'une configuration quarto avec deux cylindres de travail (2, 2') et deux cylindres de soutien (3, 3'), à une configuration sexto avec deux cylindres de travail (22, 22'),
15 deux cylindres intermédiaires (32 32') et les mêmes cylindres de soutien (3, 3'), et inversement.

17. Installation selon la revendication 15, caractérisée par le fait que les moyens de changement de configuration d'au moins une cage transformable (L1) permettent de faire passer celle-ci d'une configuration
20 sexto comprenant deux cylindres de travail (22, 22') prenant appui respectivement par une paire de premiers cylindres intermédiaires (32, 32') sur une paire de cylindres de soutien (3, 3'), à une configuration type "octo" comprenant deux cylindres de travail (61, 61') prenant appui respectivement par une paire de seconds cylindres intermédiaires (62, 25 62'), sur les mêmes premiers cylindres intermédiaires (32, 32') et les mêmes cylindres de soutien (3, 3'), et inversement.

18. Installation selon l'une des revendications 15 à 17, caractérisée par le fait qu'au moins une cage transformable est équipée de moyens amovibles (8, 8') d'appui latéral des cylindres de travail
30 permettant, dans une configuration supplémentaire, d'utiliser des cylindres de travail (61, 61') de très petit diamètre, associés auxdits moyens d'appui latéraux (8, 8').

19. Installation selon l'une des revendications 15 à 18 dans laquelle les cylindres de travail et les cylindres intermédiaires sont
35 montés rotatifs, chacun, sur deux empoises munies chacune d'au moins

deux parties d'appui pour des moyens de réglage des conditions de transmission de l'effort de laminage, caractérisée par le fait que les parties d'appui respectivement (21, 21') (24, 25) (24', 25') des cylindres de travail (2, 2') (22, 22') dans une première configuration et des 5 cylindres intermédiaires (32, 32') (62, 62') dans une seconde configuration, sont placées sensiblement aux mêmes niveaux et que les moyens de réglage (40, 40', 5, 5') (42, 42') restent en place dans les colonnes (10) de la cage (1) lors d'un changement de configuration, de façon à coopérer avec les cylindres de travail (2, 2'), (22, 22') dans la 10 première configuration et avec les cylindres intermédiaires (32, 32'), (62, 62') dans la seconde configuration.

20. Installation selon la revendication 19, dans laquelle au moins la cage transformable (L1) est équipée de moyens (5, 5') de cambrage des cylindres montés sur des pièces de support (40, 40'), (42, 42') 15 solidaires des colonnes (10) de la cage (1), caractérisée par le fait que, de chaque côté du plan de laminage, les moyens de cambrage (5, 5') sont les mêmes dans les deux configurations et coopèrent, respectivement, avec des parties d'appui (21, 24, 25) des empoises des cylindres de travail (2, 22) dans une première configuration, et avec des 20 parties d'appui (34, 64) des empoises (33, 63) des cylindres intermédiaires (32, 62) dans une seconde configuration, lesdites parties d'appui (21, 24, 25), (34, 64) des empoises (20, 33, 63) étant placées, dans chacune des configurations, sensiblement au même niveau par rapport au plan de laminage (P), de chaque côté de celui-ci.

25. Installation selon la revendication 20, caractérisée par le fait que les parties d'appui (21, 21') des empoises (20, 20') des cylindres de travail (2, 2') dans la première configuration sont décalées par rapport à l'axe du cylindre, du côté opposé au plan de laminage (P) et que les parties d'appui (34, 34') des empoises (33, 33') des cylindres 30 intermédiaires (32, 32') dans une seconde configuration sont décalées vers le plan de laminage (P) par rapport à l'axe du cylindre, de façon que lesdites parties d'appui (21, 21') des cylindres de travail (2, 2') et (34, 34') des cylindres intermédiaires (32, 32') soient placées sensiblement au même niveau et coopèrent avec les mêmes moyens de cambrage (5, 5').

22. Installation selon la revendication 21, caractérisée par le fait que les empoises (20, 20') (23, 23') des cylindres de travail (2, 2') (22, 22') respectivement de la première configuration et de la seconde configuration sont montées coulissantes entre des faces de guidage (12a, 12b) ménagées aux extrémités de pièces en saillie (13a, 13b) solidaires des colonnes (10) de la cage et portant des moyens de cambrage (50, 50') qui coopèrent seulement avec les cylindres de travail (22, 22') de la seconde configuration.

23. Installation selon la revendication 20, dans laquelle les empoises des cylindres sont montées coulissantes entre des faces de guidage ménagées aux extrémités des pièces de support (42, 42') sur lesquelles prennent appui les moyens de cambrage (5, 5'), caractérisée par le fait que chaque empoise (23, 23') (7, 7') est munie de deux paires de parties d'appui écartées (24, 25, 24', 25') (71, 72, 71, 72') s'étendant respectivement au-dessus et en dessous des pièces de support (42, 42').

24. Installation selon la revendication 23, caractérisée par le fait que les empoises (20, 20') des cylindres de travail (2, 2') de la première configuration et les empoises (33, 33') des cylindres intermédiaires (32, 32') de la seconde configuration coopèrent avec les mêmes moyens de cambrage (5, 5') qui prennent appui sur des pièces de support (40, 40') solidaires des colonnes (10) de la cage et s'étendant en saillie vers le plan de serrage P_1 , et que les empoises (33, 33') des cylindres intermédiaires (32, 32') sont montées coulissantes, parallèlement au plan de serrage P_1 , entre des faces de guidage (41) ménagées aux extrémités desdites pièces de support (40, 40').

25. Installation selon la revendication 24, caractérisé par le fait que les pièces de support (40, 40') portant les moyens de cambrage (5, 5') des cylindres de travail (2, 2') de la première configuration et des cylindres intermédiaires (22, 22') de la seconde configuration, sont montées coulissantes, parallèlement aux axes des cylindres et en des sens opposés, respectivement au-dessus et au-dessous du plan de laminage (P), de façon à adapter l'emprise de laminage à la largeur du produit dans chacune des configurations.

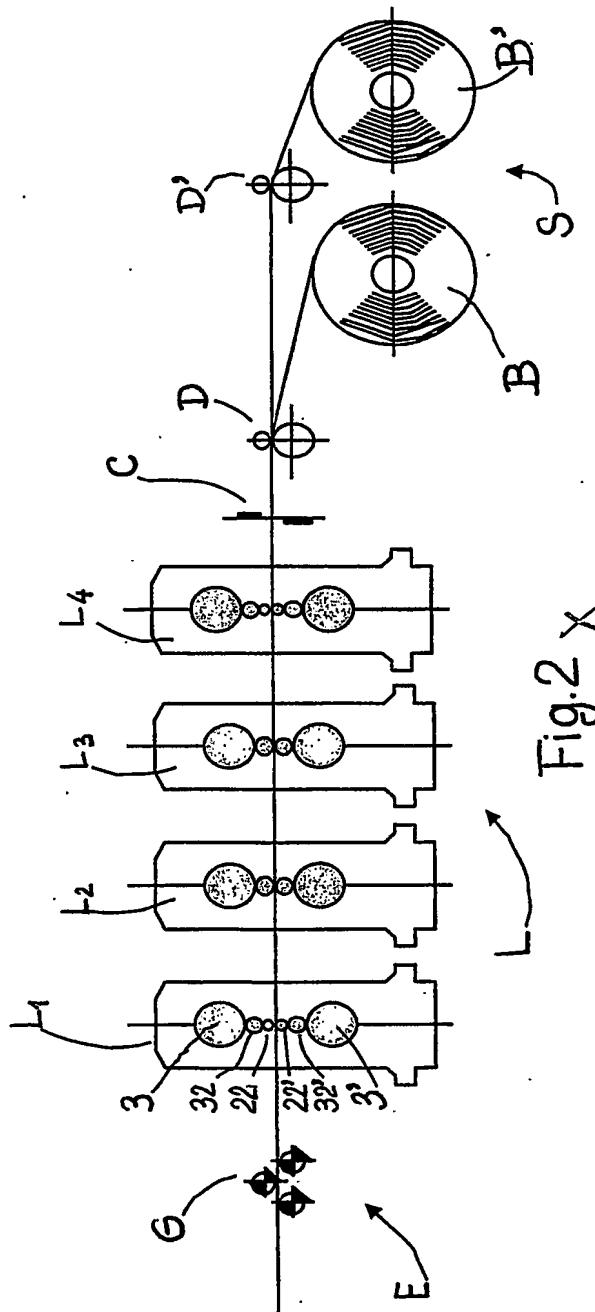
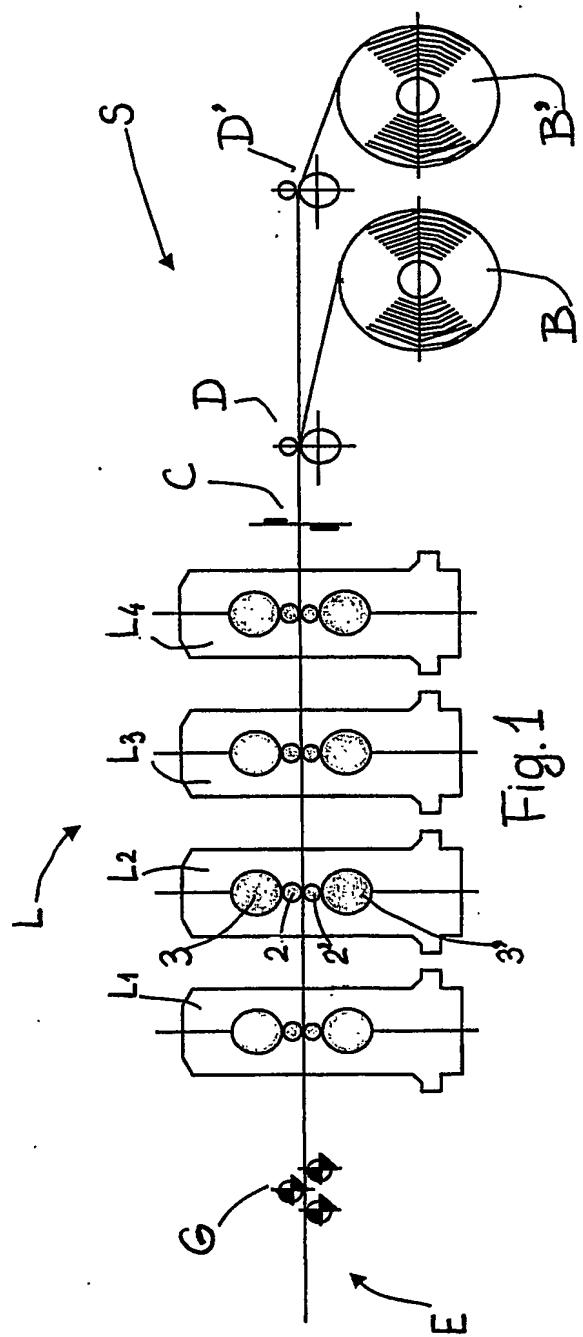
26. Installation selon l'une des revendications 15 à 25, caractérisée par le fait qu'au moins une cage transformable (L1) est

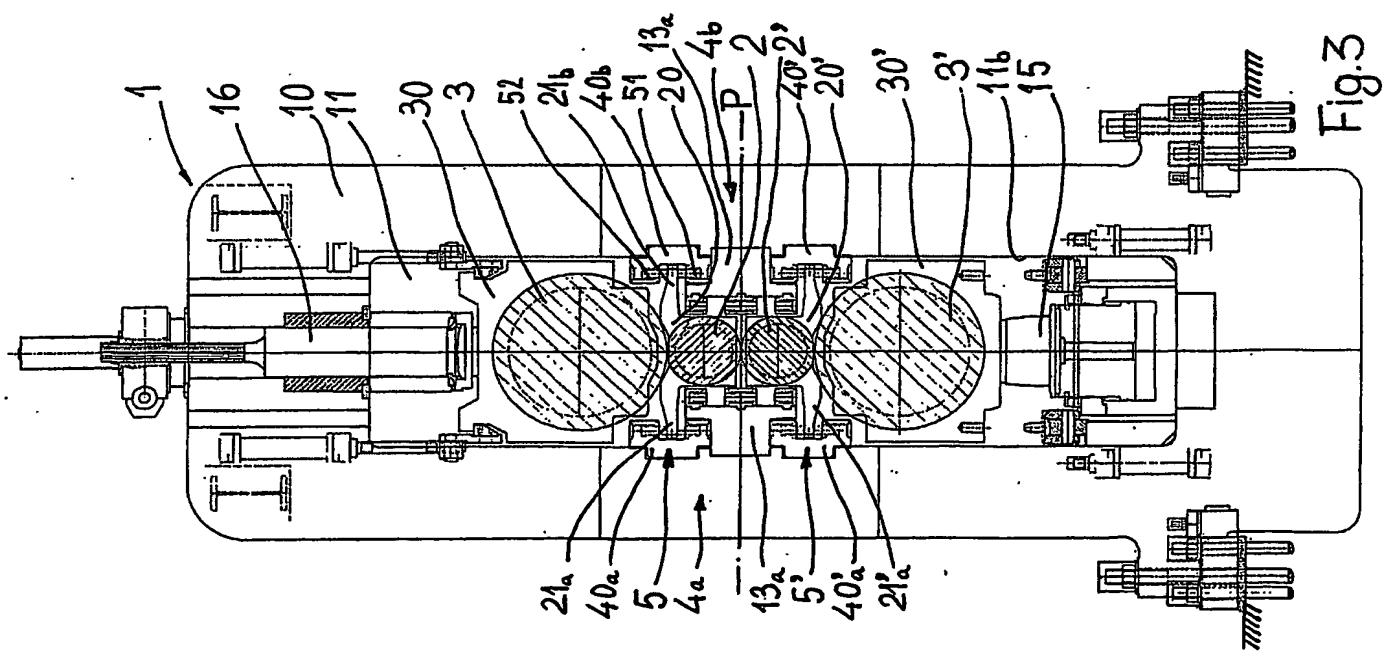
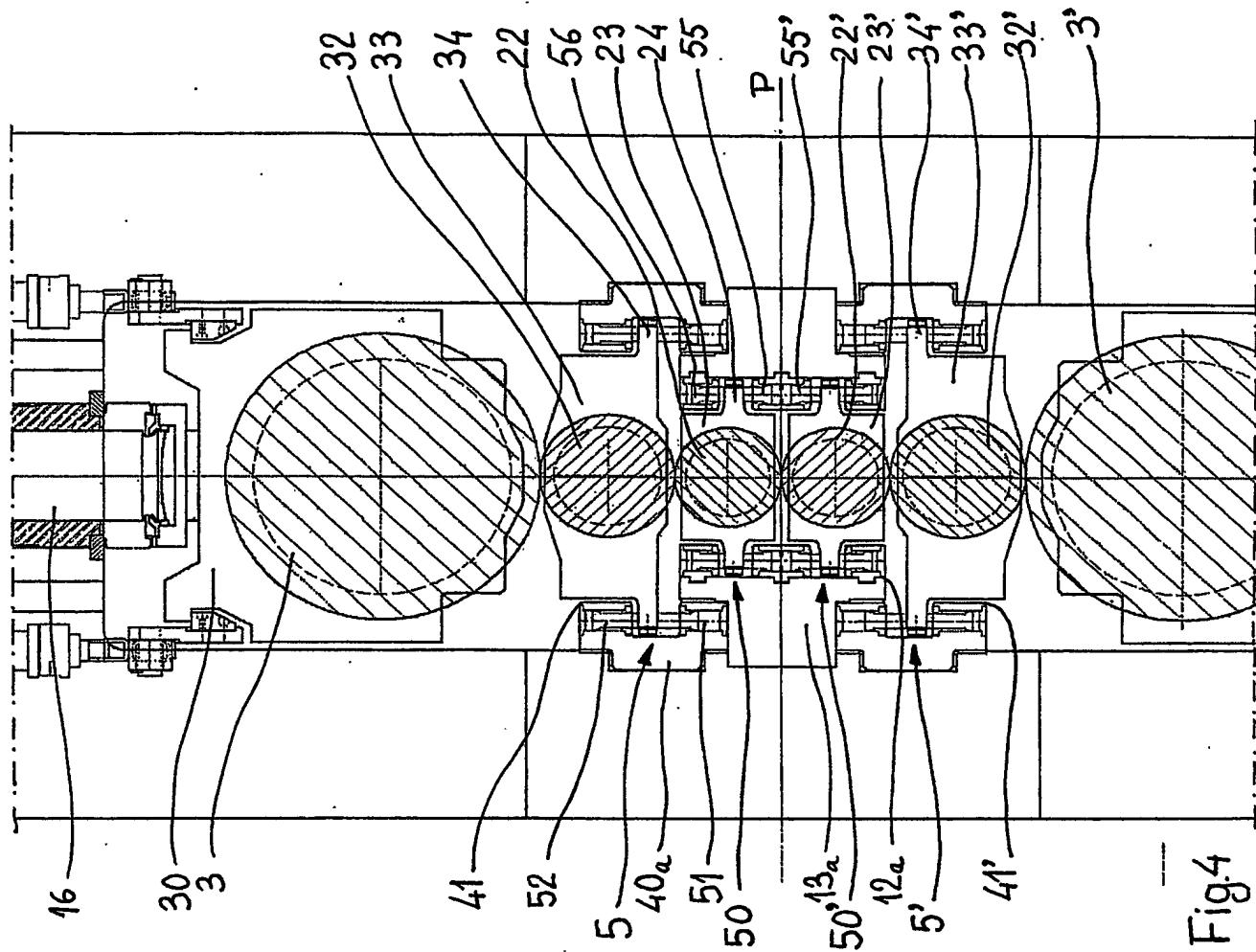
équipée, dans une configuration quarto, de deux cylindres de soutien (3, 3') et de deux cylindres de travail (2, 2') d'assez gros diamètre et, dans une configuration sexto, des mêmes cylindres de soutien (3, 3'), de deux cylindres de travail de plus petit diamètre (22, 22') et de deux cylindres 5 intermédiaires (32, 32').

27. Installation selon l'une des revendications 15 à 25, caractérisée par le fait qu'au moins une cage transformable (L₂) est équipée, dans une configuration sexto, d'une paire de cylindres de soutien (3, 3'), d'une paire de premiers cylindres intermédiaires (32, 32') 10 et d'une paire de cylindres de travail (22, 22') et, dans une configuration octo, des mêmes cylindres de soutien (3, 3') et des mêmes premiers cylindres intermédiaires (32, 32') entre lesquels sont interposés deux ensembles (6, 6') montés en cassettes, comprenant chacun un cylindre de travail de petit diamètre (61, 61') associé à un second cylindre 15 intermédiaire (62, 62').

28. Installation selon la revendication 27, caractérisée par le fait que la cage transformable (L₂) est équipée de moyens d'appui latéraux (8, 8') montés sur des colonnes (10) de la cage (1) et déplaçables entre deux positions, respectivement une position écartée pour la configuration 20 sexto et une position engagée d'appui latéral de chaque cylindre de travail (61, 71') de petit diamètre, dans la configuration octo.

29. Installation selon l'une des revendications 27, 28 caractérisée par le fait que chaque ensemble en cassette (6, 6') de la configuration octo comprend un second cylindre intermédiaire (62, 62') ayant deux 25 tourillons portés chacun par un châssis de maintien (7, 7') en forme d'empoise portant un palier de centrage (74) et un cylindre de travail (61, 61') de petit diamètre ayant deux tourillons de centrage portés chacun par une butée axiale (75) montée dans un boîtier (76) relié au châssis (7, 7') de maintien dudit second cylindre intermédiaire (62, 62') par des 30 moyens (77) d'application élastique du cylindre de travail (61, 61') sur ledit second cylindre intermédiaire (62, 62').





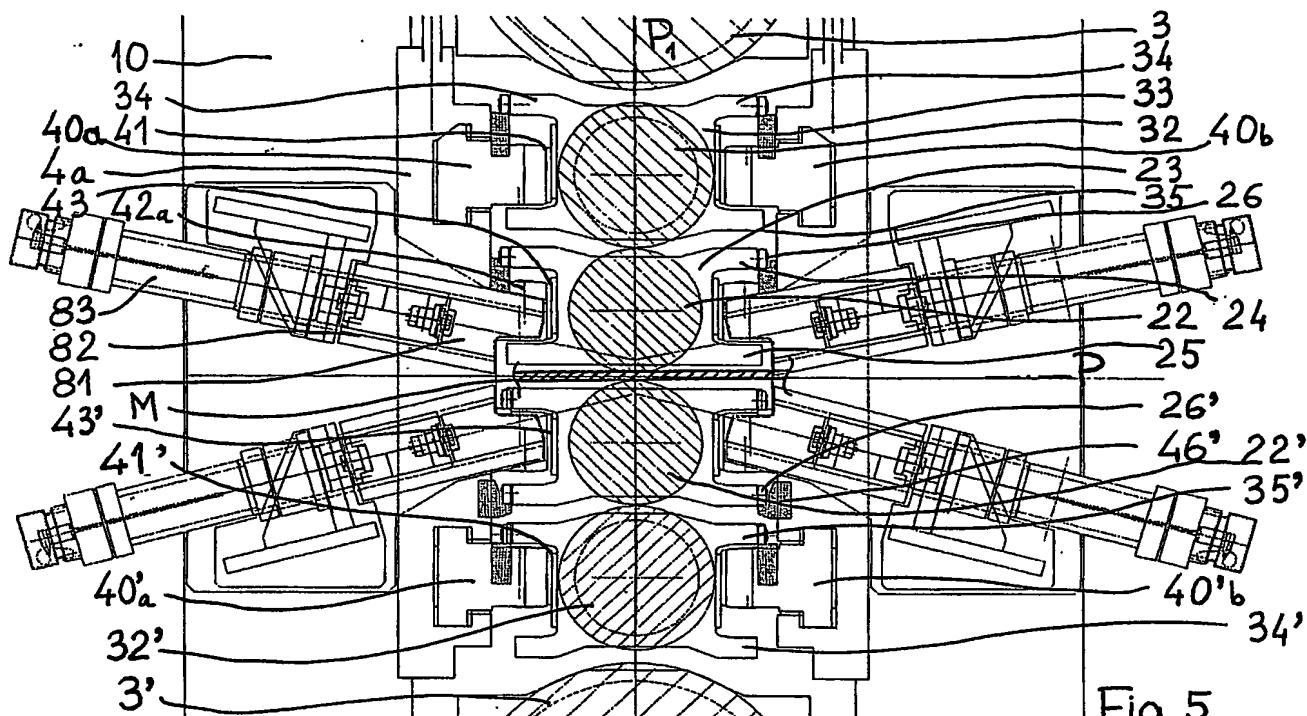


Fig. 5

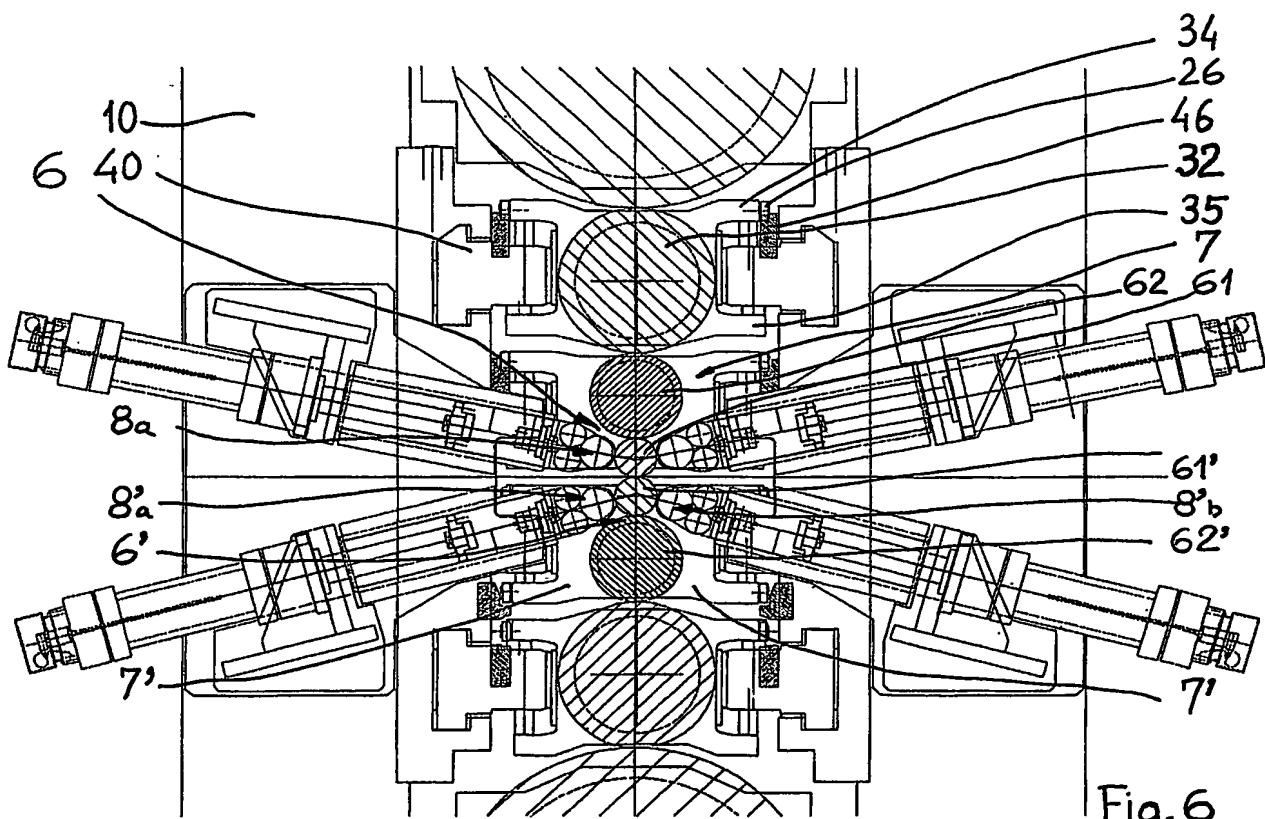


Fig. 6

Fig. 7

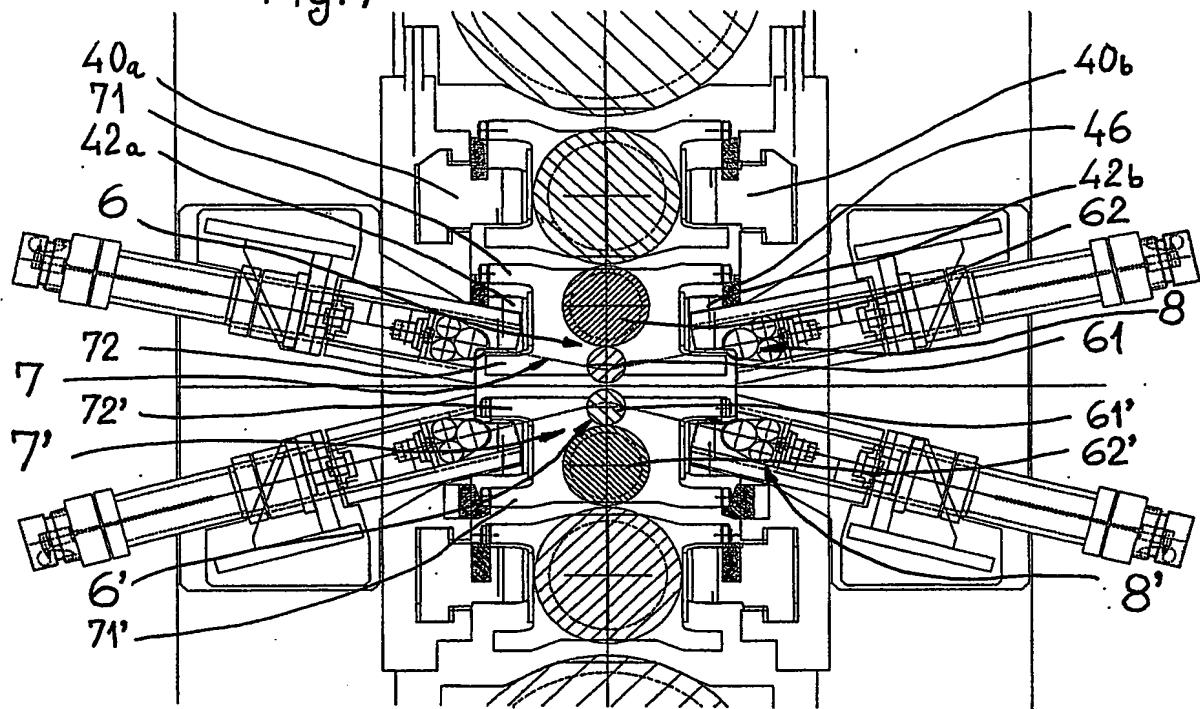
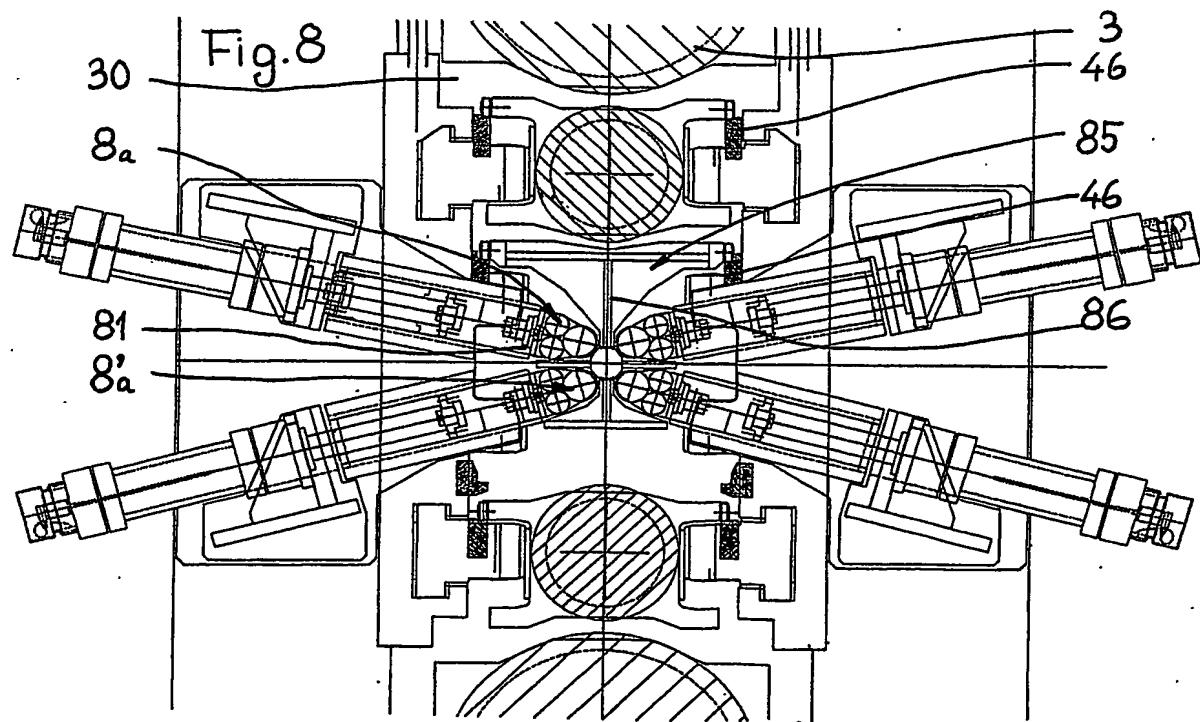
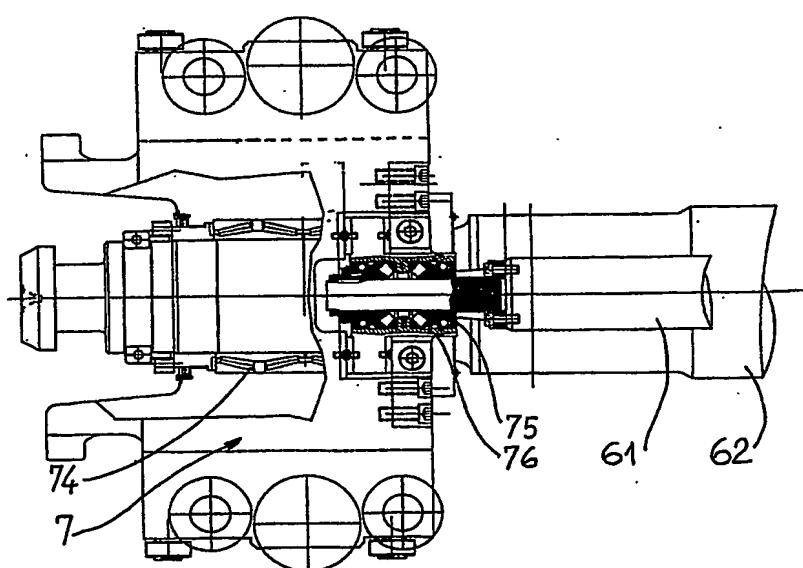
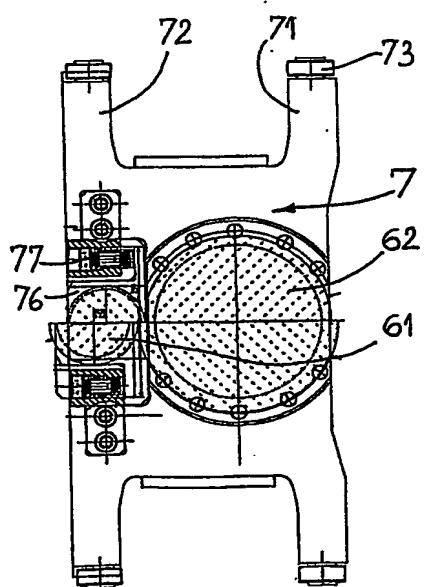
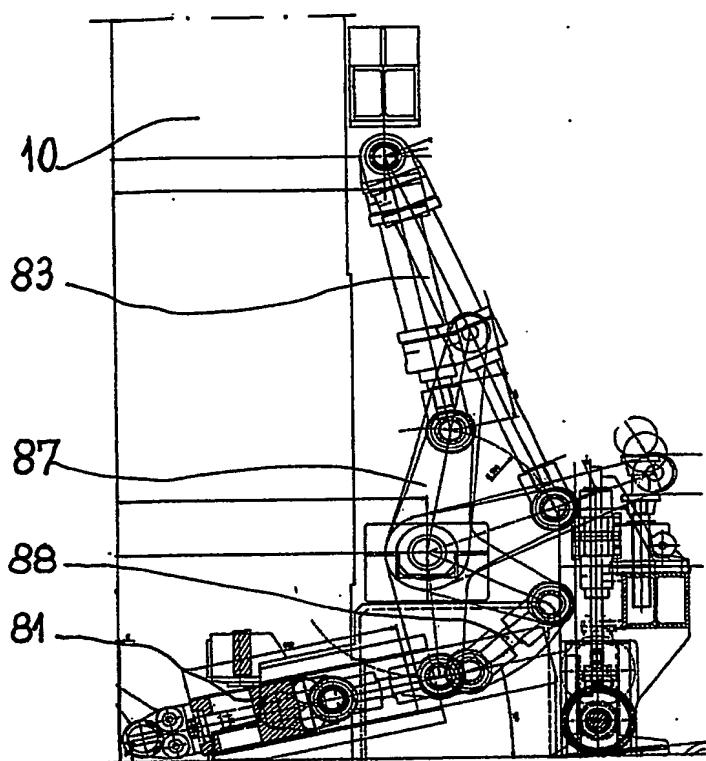


Fig. 8





INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/EP 03/03290A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 B21B13/00 B21B1/28

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 B21B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0176, no. 75 (M-1526), 13 December 1993 (1993-12-13) -& JP 05 228504 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 7 September 1993 (1993-09-07) abstract	1-4, 8, 9, 11, 14
Y	paragraphs '0015!, '0016!; figures 1-4 ---	5, 10, 12, 13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 083 (M-677), 16 March 1988 (1988-03-16) & JP 62 224410 A (HITACHI LTD), 2 October 1987 (1987-10-02) abstract; figures 1-3 ---	15
Y	---	5, 10
	---	---

 Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 March 2004

Date of mailing of the international search report

14/04/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Petrucci, L

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/FR 03/03290

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 531 394 A (SENDZIMIR MICHAEL G ET AL) 30 July 1985 (1985-07-30) column 4, line 27 - line 59 column 8, line 53 - line 56 column 9, line 62 -column 10, line 60; figures 12,13 ---	15,16, 18,19,26 12,13
Y	WO 02 47837 A (MATSUMOTO KOUICHI ;HITACHI LTD (JP); NORIKURA TAKASHI (JP); YAMADA) 20 June 2002 (2002-06-20) abstract ---	10
X	GB 665 186 A (DEREK STAFFORD BURNHAM; SAMUEL FOX AND COMPANY LTD) 16 January 1952 (1952-01-16) claim 2 ---	15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0112, no. 25 (M-609), 22 July 1987 (1987-07-22) & JP 62 040907 A (KAWASAKI STEEL CORP), 21 February 1987 (1987-02-21) abstract ---	10
A	US 4 197 731 A (TURLEY JOHN W ET AL) 15 April 1980 (1980-04-15) column 3, line 5 - line 20; figure 5 ---	6,17,27
A	US 6 098 439 A (LECRIVAIN ALAIN) 8 August 2000 (2000-08-08) column 3, line 5 - line 24 ---	
A	US 5 133 205 A (FIGGE DIETER ET AL) 28 July 1992 (1992-07-28) column 25, line 18 - line 30 ---	
A	EP 0 555 882 A (HITACHI LTD) 18 August 1993 (1993-08-18) column 18, line 33 -column 19, line 24; figure 8 ---	
A	WO 95 24281 A (WILKE ECKHARD ;SIEMENS AG (DE); WOHL DIETRICH (DE)) 14 September 1995 (1995-09-14) column 6, line 30 -column 7, line 25; figure 3 ---	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03290

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
JP 05228504	A	07-09-1993	JP	2983754 B2		29-11-1999
JP 62224410	A	02-10-1987	JP	1961569 C		25-08-1995
			JP	6083849 B		26-10-1994
US 4531394	A	30-07-1985	NONE			
WO 0247837	A	20-06-2002	WO TW	0247837 A1 504412 B		20-06-2002 01-10-2002
GB 665186	A	16-01-1952	NONE			
JP 62040907	A	21-02-1987	NONE			
US 4197731	A	15-04-1980	IN JP JP JP	150100 A1 1332964 C 54151544 A 60029561 B		17-07-1982 28-08-1986 28-11-1979 11-07-1985
US 6098439	A	08-08-2000	FR AT CA DE DE EP ES	2769525 A1 237413 T 2250498 A1 69813435 D1 69813435 T2 0908246 A1 2192755 T3		16-04-1999 15-05-2003 10-04-1999 22-05-2003 16-10-2003 14-04-1999 16-10-2003
US 5133205	A	28-07-1992	AT AU AU BR CA CN CS DE DE EP ES HU JP JP KR MX NO PL RU TR WO ZA	152375 T 644246 B2 8858791 A 9106014 A 2073683 A1 1061364 A , B 9103201 A3 69125926 D1 69125926 T2 0510147 A1 2100964 T3 60942 A2 2993735 B2 5505347 T 217787 B1 9102051 A1 913894 A 292373 A1 2078625 C1 26860 A 9208557 A1 9107179 A		15-05-1997 02-12-1993 11-06-1992 19-01-1993 14-05-1992 27-05-1992 17-06-1992 05-06-1997 04-12-1997 28-10-1992 01-07-1997 30-11-1992 27-12-1999 12-08-1993 01-09-1999 08-07-1992 14-05-1992 27-07-1992 10-05-1997 19-08-1994 29-05-1992 25-11-1992
EP 0555882	A	18-08-1993	DE DE EP JP JP KR US	69315099 D1 69315099 T2 0555882 A1 2807379 B2 5285504 A 248887 B1 5657655 A		18-12-1997 10-06-1998 18-08-1993 08-10-1998 02-11-1993 01-04-2000 19-08-1997

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 03/03290

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9524281	A 14-09-1995	DE 4408289 A1 WO 9524281 A1	14-09-1995 14-09-1995

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Recherche Internationale No
PCT/FR 03/03290

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 7 B21B13/00 B21B1/28

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 7 B21B

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0176, no. 75 (M-1526), 13 décembre 1993 (1993-12-13) -& JP 05 228504 A (NISSHIN STEEL CO LTD), 7 septembre 1993 (1993-09-07) abrégé	1-4, 8, 9, 11, 14
Y	alinéas '0015!, '0016!; figures 1-4	5, 10, 12, 13
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 012, no. 083 (M-677), 16 mars 1988 (1988-03-16) & JP 62 224410 A (HITACHI LTD), 2 octobre 1987 (1987-10-02) abrégé; figures 1-3	15
Y	---	5, 10
		-/-

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- *T* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- *X* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- *Y* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- *&* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

26 mars 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

14/04/2004

nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Petrucci, L

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale N°

PCT/FR 03/03290

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 4 531 394 A (SENDZIMIR MICHAEL G ET AL) 30 juillet 1985 (1985-07-30) colonne 4, ligne 27 - ligne 59 colonne 8, ligne 53 - ligne 56 colonne 9, ligne 62 -colonne 10, ligne 60; figures 12,13 ----	15,16, 18,19,26 12,13
X	WO 02 47837 A (MATSUMOTO KOUICHI ;HITACHI LTD (JP); NORIKURA TAKASHI (JP); YAMADA) 20 juin 2002 (2002-06-20) abrégé ----	10
X	GB 665 186 A (DEREK STAFFORD BURNHAM; SAMUEL FOX AND COMPANY LTD) 16 janvier 1952 (1952-01-16) revendication 2 ----	15
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 0112, no. 25 (M-609), 22 juillet 1987 (1987-07-22) & JP 62 040907 A (KAWASAKI STEEL CORP), 21 février 1987 (1987-02-21) abrégé ----	10
A	US 4 197 731 A (TURLEY JOHN W ET AL) 15 avril 1980 (1980-04-15) colonne 3, ligne 5 - ligne 20; figure 5 ----	6,17,27
A	US 6 098 439 A (LECRIVAIN ALAIN) 8 août 2000 (2000-08-08) colonne 3, ligne 5 - ligne 24 ----	
A	US 5 133 205 A (FIGGE DIETER ET AL) 28 juillet 1992 (1992-07-28) colonne 25, ligne 18 - ligne 30 ----	
A	EP 0 555 882 A (HITACHI LTD) 18 août 1993 (1993-08-18) colonne 18, ligne 33 -colonne 19, ligne 24; figure 8 ----	
A	WO 95 24281 A (WILKE ECKHARD ;SIEMENS AG (DE); WOHL DIETRICH (DE)) 14 septembre 1995 (1995-09-14) colonne 6, ligne 30 -colonne 7, ligne 25; figure 3 -----	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03290

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
JP 05228504	A	07-09-1993	JP	2983754 B2		29-11-1999
JP 62224410	A	02-10-1987	JP JP	1961569 C 6083849 B		25-08-1995 26-10-1994
US 4531394	A	30-07-1985	AUCUN			
WO 0247837	A	20-06-2002	WO TW	0247837 A1 504412 B		20-06-2002 01-10-2002
GB 665186	A	16-01-1952	AUCUN			
JP 62040907	A	21-02-1987	AUCUN			
US 4197731	A	15-04-1980	IN JP JP JP	150100 A1 1332964 C 54151544 A 60029561 B		17-07-1982 28-08-1986 28-11-1979 11-07-1985
US 6098439	A	08-08-2000	FR AT CA DE DE EP ES	2769525 A1 237413 T 2250498 A1 69813435 D1 69813435 T2 0908246 A1 2192755 T3		16-04-1999 15-05-2003 10-04-1999 22-05-2003 16-10-2003 14-04-1999 16-10-2003
US 5133205	A	28-07-1992	AT AU AU BR CA CN CS DE DE EP ES HU JP JP KR MX NO PL RU TR WO ZA	152375 T 644246 B2 8858791 A 9106014 A 2073683 A1 1061364 A , B 9103201 A3 69125926 D1 69125926 T2 0510147 A1 2100964 T3 60942 A2 2993735 B2 5505347 T 217787 B1 9102051 A1 913894 A 292373 A1 2078625 C1 26860 A 9208557 A1 9107179 A		15-05-1997 02-12-1993 11-06-1992 19-01-1993 14-05-1992 27-05-1992 17-06-1992 05-06-1997 04-12-1997 28-10-1992 01-07-1997 30-11-1992 27-12-1999 12-08-1993 01-09-1999 08-07-1992 14-05-1992 27-07-1992 10-05-1997 19-08-1994 29-05-1992 25-11-1992
EP 0555882	A	18-08-1993	DE DE EP JP JP KR US	69315099 D1 69315099 T2 0555882 A1 2807379 B2 5285504 A 248887 B1 5657655 A		18-12-1997 10-06-1998 18-08-1993 08-10-1998 02-11-1993 01-04-2000 19-08-1997

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No

PCT/FR 03/03290

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9524281	A 14-09-1995	DE WO 4408289 A1 9524281 A1	14-09-1995 14-09-1995